
R·H·FRANCÉ
BIOS
DIE GESETZE
DER
WELT
STUTTGART-HEILBRONN
WALTER SEIFERT VERLAG
JOST



BIOS
DIE GESETZE DER WELT







Raoul H. Francé
Nach einer Radierung von Sigmund Lipinsky

RAOUL H. FRANCÉ

BIOS
DIE GESETZE DER WELT

ERSTER BAND
MIT 110 ABBILDUNGEN UND TAFELN
ZWEITE AUFLAGE



1 • 9 • 2 • 3
WALTER SEIFERT VERLAG, STUTTGART-HEILBRONN

Grundlagen einer objektiven Philosophie
Teil IV und V

Druck- und Bindearbeit von Otto Weber, Heilbronn a. N.

„Es genügt nicht, die Gesetze der Welt zu kennen,
man muß auch nach ihnen leben.“

(Francé, Bios Bd. II)



VORWORT

Dieses Buch ist nur ein Versuch. Es ist der Versuch, aus der unendlichen Fülle menschlichen Forschens und Denkens eine Vorstellung von der Welt zu gewinnen, die frei von Widersprüchen und geeignet ist, die Schwierigkeiten und Reibungen des Lebens zu vermindern.

Es will daher weder Naturwissenschaft noch Philosophie sein, sondern *Lebensweisheit.* Es bedient sich dazu nur der Wissenschaften und des Denkens und sucht beide auf einer höheren Stufe zu verschmelzen. Es wendet sich daher an alle Menschen und wird nur für eine Kategorie von ihnen unverständlich und daher unfruchtbar sein, nämlich für die *Einseitigen.*

Sie werden, jeder in seinem Fach, ganz selbstverständlich viele Stellen finden, die ihnen unzulänglich erscheinen, Einzelheiten, die überholt oder von mir nicht richtig verstanden sind, Dinge, die sie für wichtig halten und die hier fehlen, während ihnen anderes, was ich hervorgehoben habe, für nebensächlich gelten wird. Aber für einen auf das Lebensganze gerichteten Blick haben die Dinge der Welt eine andere Rangordnung als für die „Fachmenschen", und die Verbesserungen von Fehlern sind nebensächlich, wenn das Werk als Ganzes lebendige Wirkung entfalten kann. Darauf aber kommt mir alles an: Auf eine ganz einfache, schlichte Wirkung. Seitdem ich die hier dargestellten Gesetze klar erkannt habe und sie in meinem täglichen Arbeiten und Leben befolge, fühle ich mich freier, innerlich reiner und ruhiger; seitdem ist mein Wirken erfolgreicher, und das Leben hat Farbe, Glanz und Wert, obwohl es in den bescheidensten Formen verläuft. Und ich fühle die Verpflichtung, auch den Anderen den Weg zu zeigen, auf dem ich zu solchem Ziel gelangte.

Die beste Art des Lebens zu finden, das ist der Leitstern der objektiven Philosophie, die in diesem Werk gelehrt wird. Von diesem Gesichtspunkt aus bitte ich mein Werk zu beurteilen und zu lesen. Es ist der Menschheit dargeboten wie die treue Hand eines Freundes, der helfen will.

Raoul H. Francé.



INHALTSVERZEICHNIS ZU BAND I



Der Sinn der Weltgesetze

Die Aufgabe des Werkes — Alte und neue Welterklärungsversuche — *Humboldts* Kosmos — *Häckels* Monismus — *Ostwalds* Energetik — Der Begriff der Zoësis — Unberechtigte Übertragung der Zoësis auf das Weltganze — Die dadurch entstandenen Widersprüche in der Physik — Der *Fizeau*-Versuch — Der *Michelson*-Versuch — Die Auflösung des Massenbegriffs — Die korrigierende Annahme von *H. A. Lorentz* — Die Relativitätslehre — Ihr Ausbau durch *Einstein* und *Minkowski* — Konsequenzen der Relativitätsannahme — Die Weltmolluske — Erklärung der Relativitätstheorie durch die Biozentrik — Ein neues erkenntnistheoretisches Gesetz — Die Auflösung der Widersprüche im Weltbild — Das Weltproblem als biologisches Problem — Die Biologisierung der Wissenschaften — Ursache der Weltmechanik — Monismus als methodologische Voraussetzung — Neue Definationen der Begriffe Welt, Sein, Gesetz, Prinzipien — Der Kosmos als Bios — Alles Wissen ist eine Projektion von Lebensgesetzen — Endzweck des menschlichen Strebens ist Harmonie mit dem Weltganzen — Vollendung des „Menschlichen“ durch Erkenntnis der Weltgesetze — Zusätze und Anmerkungen.

Der Gebildete unserer Zeit befindet sich in einer sehr mißlichen Lage. Er empfindet es durch die ununterbrochen wechselnden Anforderungen jeder Stunde, daß er es unbedingt nötig hat, auf allen Gebieten menschlicher Einsicht Bescheid zu wissen; es wird aber niemandem ein Weg gezeigt, auf dem man sich diese nötigen Einsichten erwerben kann.

Und dennoch ist das eine Aufgabe, die auf jeden wartet. Ich kann daher zu jedem meiner Leser persönlich sprechen, wenn ich ihn ersuche, zu prüfen, ob ihm sein Wissen um die Gesetze der Welt für die Bedürfnisse des Lebens genügt hat, ob er nicht vielleicht oft Ziele aufgeben und Vorteile versäumen mußte, einfach deshalb, weil er der Sachlage nicht gewachsen war und im geeigneten Augenblick nicht die nötigen Kenntnisse besaß.

Es wird nun jedermann, der seine Vergangenheit daraufhin prüft, sehr bald bemerken, daß es in solchen Fällen freilich nicht so sehr auf bestimmte Kenntnisse, wie etwa technische, naturwissenschaftliche, geschichtliche Angaben und Einzeltatsachen ankam — denn diesem Mangel läßt sich durch Wörterbücher und Lexika gründlich abhelfen —, sondern auf die *Ratlosigkeit*, welche *Art* von Kenntnissen im gegebenen Moment die nötigen seien. Es fehlte am *Urteil;* man war hilflos und unsicher in seinem Denken und geriet nicht auf das richtige Stichwort, dessen Studium weitergeholfen hätte. Man empfand und empfindet immer wieder nur die Lücke und weiß nicht, wie man es anzustellen hat, um sie auszufüllen.

Hundert Dinge, die jeden drücken, niederhalten, am Erfolg hindern, ihn in entscheidenden Augenblicken des Daseins geschädigt haben, beruhen darauf.

Was soll man tun? Wie kann man dem abhelfen? Die Menschen haben verschiedene Mittel gegen dieses allgemein empfundene Übel hervorgebracht; das sind Nachdenken, Schulen, Vorträge und Bücher.

Aber das bloße Nachdenken allein führt nicht zum Ziel, namentlich nicht großen und verwickelten Dingen gegenüber. Es macht zu große Umwege; man wird nicht fertig. Auch gerät man bald in Verwirrung und geht dann irre. Es ist, als ob man einen ungeheuren Wald ohne Kenntnis der Wege, ohne Wege überhaupt queren wollte.

Anders die Schulen. Sie sind von der Gemeinschaft der Menschen nur zu dem Zweck eingerichtet worden, um die nötige Fähigkeit des Sich-helfen-könnens in der jugendlichen Seele zu entfalten. Die Schule versucht das auf zweierlei Weise: sie lehrt, wie man die „Denkmaschine“ richtig in Gang setzt; außerdem liefert sie eine wohlausgewählte Menge von Kenntnissen, um dem Denken den ersten Stoff zur Verarbeitung zu geben. Die Einheitsschule fordert, daß jedermann in gleicher Weise die richtigen Methoden des Denkens gezeigt werden sollen und jedermann mit dem gleichen Maß von Kenntnissen ausgerüstet werden müsse. Voraussetzung wäre hierbei eine gewisse Gleichheit der Bildungs- und Denkfähigkeit und die erprobte Feststellung der für jedermann notwendigen Grundkenntnisse. Diese Arbeit ist aber noch zu leisten.

Die aus den Wirklichkeiten des Lebens heraus gebildeten Schulen besorgen die ihnen zugemutete Arbeit in dreierlei Weise. Einmal in einer Volksausgabe, das andere Mal reicher und vielfältiger für jene, die nicht acht Jahre der Kindheit, sondern 13 Jahre darauf verwenden können. Alles, was Schulung auf diesem Gebiete leisten kann, erwirbt man schließlich, wenn man ihr sein Denkvermögen 17 Jahre lang unterwirft.

Schon aus dieser einfachen Abteilung erkennt man, was denn an der Schulung das eigentlich Wichtige sei.

Nicht der Wissensstoff, sondern die Methode der Verarbeitung. In einem vielleicht zu trivialen Beispiel gesagt: Geistige Verarbeitung ist Verdauung, und Wissensstoff sind Nahrungsmittel.

Man kann noch so viel von diesen jemandem eingeben und um ihn anhäufen; es nützt ihm nichts, wenn er sie nicht richtig verdauen kann. Wenn er es nicht erlernt hat, wird er an besetzter Tafel sogar verhungern.

Unsere Bildung, die des Einzelmenschen und die öffentliche Bildung, hungert. Da aber allerorten überreichlich Bildungsstoff angehäuft ist, muß es an den Methoden der geistigen Verarbeitung liegen.

Die Methoden der Schulen, namentlich der für 90 Prozent der Menschen allein in Betracht kommenden Volks- und Mittelschulen, scheinen nicht zu genügen. Sie beladen die Köpfe mit Wissensstoff, der unausgenützt bleibt,

daher wieder verloren geht; sie bringen Fertigkeiten bei und sorgen nicht genügend dafür, daß sich die Verarbeitung der in der Schule und später einströmenden Kenntnisse ebenso organisch vollzieht, wie die der aufgenommenen Nahrung.

Die meisten Menschen können nur mangelhaft denken. Das ist das Übel der Zeit.

Sie suchen es mit redlichem Bemühen zu verbessern; darum besuchen die Erwachsenen — höchst kennzeichnenderweise auch schon die reiferen Schüler — so viele Vorträge; darum lesen sie so viele gute Bücher immer in der Hoffnung, endlich das zu erhalten, was ihnen selbst merkbar und fühlbar abgeht. Aber Vorträge und Bücher — soweit sie nicht bloß unterhalten — geben dem Menschen immer wieder nur neue Tatsachen, neue Kenntnisse, Wissen, nicht aber Anleitung zur richtigen Auswahl und Verarbeitung.

Darin liegt meines Erachtens die Krankheitsursache unserer Kultur. Daß sie nicht so ist, wie sie sein könnte, wird niemand bestreiten. In der Behauptung eines neueren Geschichtsphilosophen, daß sie aufhöre, eine Kultur zu sein, und zu einer Zivilisation erstarre, liegt etwas Wahres. Sie wird wirklich zur bloßen Zivilisation herabsinken, wenn die Menschen nicht wieder „schöpferisch" werden. Um es aber durch die Tat zu sein, muß man „schöpferisch", das heißt selbständig denken können. Und das wird nun niemals durch Anhäufung von Wissen, durch Kenntnisse erlangt, sondern ist eine ganz bestimmte Art, sich den Dingen gegenüberzustellen, in welche die Menschen der Gegenwart selten eingeführt, in der sie noch seltener geübt werden.

Und hier beginnen Ziele und Welt des vorliegenden Werkes. Es erblickt seine Aufgabe darin, in einem Umfang, der sich immerhin noch durcharbeiten läßt, ein wirkliches *Verständnis* der Welterscheinungen zu geben, soweit man ein solches überhaupt besitzt.

Es will also gerade das bieten, was man in den vielen Werken über die Welt vergeblich sucht, weil diese den mir fernliegenden Ehrgeiz haben, möglichst viele Tatsachen zu bringen, deren Verarbeitung dann dem Leser überlassen bleibt.

Hier dagegen wird ein prinzipiell anderer Weg beschritten; die Tatsachen sind mir nur Hilfsmittel und nicht Endzweck. Dagegen will ich genau die Auswahl dessen geben, was von dem gesamten sicheren Wissen zum Verständnis des „Weltbildes" notwendig ist. Dadurch wird dieses Werk zum Beispiel, wie ein Denker schöpferisch seine Weltkenntnisse verarbeitet, und an ihm kann sich dann jeder die Methode zurechtlegen, wie auch er den Anforderungen des Lebens überhaupt entgegentreten und den allerorts gehäuften Wissensstoff sich und seinem „Menschentum" praktisch und ideal dienstbar machen kann. Wissen wird dadurch endlich nicht zum bloßen Nebenbei, zum Aufputz und Schmuck der Persönlichkeit, was es bisher immer war — wenn es nicht Beruf gewesen —, sondern zum lebensnotwendigen Bestandteil und zentralen Bedürfnis.

Wer also dieses Werk, dessen Titel „Bios" dadurch seinen tieferen Sinn entschleiert, richtig versteht, dem bedeutet es doppelten Wert.

Es ist einmal wieder eine Antwort auf die Frage: Was ist die Welt? Ein Versuch, ein einheitliches Weltbild zu schaffen, dem jeder so kritisch gegenüberstehen mag, wie er will. Wenn es auch sicher, ja notwendigerweise in Einzelheiten unzulänglich ist und ihm Ungenaues und Überholtes von den Spezialisten genugsam nachgewiesen werden kann, so verschwindet das gegen seinen anderen, seinen besten Wert. Es ist nämlich außerdem noch ein Gleichnis.

Es zeigt eine Denk- und Lebensmethode, das Beispiel einer objektiven Philosophie, auf den Gesamtbegriff Welt angewendet, deren Absicht es ist, das Leben wieder vollendet zu machen und wieder eine Kultur zu schaffen.

*

Wer mit den hundert Widersprüchen, mit dem Kampf zwischen Naturwissen und geschichtlichem Verständnis der Welt, dem Wettbewerb der sich anbietenden Philosophien, der Stillosigkeit des Lebens, dem tiefen Riß zwischen der gelehrten Ethik und der herrschenden Lebensführung unzufrieden ist, wendet seit langem schon sehnsüchtig den Blick nach den Zeiten der vorsokratischen Philosophen, namentlich der Eleaten.[1])

Es hat sich eine Art romantischer Schwärmerei herausgebildet, die sagt: welch' klaffender und für uns beschämender Gegensatz zwischen dem, was man heute Wissenschaft nennt, und der selbstsicheren, abgeklärten Weisheit eines *Parmenides* oder *Pythagoras*, des dunklen *Heraklit* oder des seherischen *Empedokles*, der Nietzsche so sehr in seinen Bann schlug, daß er zuerst ihn, statt seinen Zarathustra, als Idealbild des vollendeten Menschen verherrlichen wollte!

Was aber an diesen Denkern, die nicht nur wegen ihres schon halbmythischen Alters als die Ersten gelten, so fasziniert, ist die wundervolle, abgeschlossene Einheit ihres Weltbildes. Mit welcher prachtvollen Geberde steht einer dieser Alten vor uns, der legendenumrankte *Pythagoras* etwa, und sagt mit kühlen, unbeirrbaren Augen: hier habe ich das Weltgeheimnis in den Händen. Es ist Maß und Zahl! Wirf ihr Netz über die Welt, und sie hat nichts Dunkles mehr für dich! Wie eine erhabene Statue ragt in die nervöse Unruhe und Zweifelsucht unseres Denkens ein *Anaximander* mit dem unvergleichlichen Gedanken, alles Dasein werde umfaßt und regiert durch etwas, das allem Veränderlichen und Bestimmten zugrunde liegt, durch eine Urtatsache, gewissermaßen die Sonne, ohne welche die Welt nicht ihr Schattentheater aufführen könnte. Und die ganze schöpferische und überzeugende Kraft, die im Klange eines Wortes liegen kann, reißt uns mit, wenn er diesem Regenten der Welt den Namen gibt, einen heiligen, auch seitdem nicht gestorbenen, ewig anmutenden Namen: das *Prinzip*.

Oder wenn die Philosophen der Stadt Elea ihr unvergängliches Wort aussprechen, so zwingend, alles Denken in seinen Bann schlagend, noch immer

durch nichts übertroffen, unerschütterlich, als ob es selbst eine Naturtatsache wäre! Wer kann sich diesem Zauber entziehen, wenn *Xenophanes* sagt: „Alles sei Eins", und wenn *Parmenides* in seinem Gedicht von der Natur so einfach das Wort hinschreibt: der wahre Grund der Weltexistenz sei, daß sie eben da sei, „das reine Sein".

Alle diese Begriffe sind so groß, daß sie fast inhaltlos erscheinen. Das ist aber nur deshalb, weil wir so unbedingt an ihre Richtigkeit glauben, daß sie für unser Denken den Wert von Axiomen bekommen haben, von Selbstverständlichkeiten, die man nicht anzweifeln kann.

Und dennoch sind sie große Erfindungen des Menschengeistes, erstaunliche Leistungen seines Scharfsinnes und daher — fragwürdig!

Die Begriffe: es gebe Prinzipien, es existiere ein Sein; dieses Sein lasse sich in Zahlen fassen, und Alles sei Eins, sind Behauptungen, und zwar gerade solche von allergrößter Tragweite. Und sie müssen erst bewiesen werden! An sie knüpft sich erst die Frage: Ist das alles auch wahr?

Von vornherein ist es keineswegs ausgemacht, daß die Welt ein Sein haben müsse, oder daß sie einheitlich sei, durch Gesetze und Prinzipien regiert. Diese Lehrsätze sind nur so alt, uns von Jugend auf vertraut, ins Blut übergegangen, daß sicher weitaus die größere Hälfte meiner Leser erst in diesem Augenblick entdeckt, sie habe da an Dinge „geglaubt", ohne sich von dem Grunde dieses Glaubens Rechenschaft zu geben.

Und darin ist unser Wissen und Bewußtsein dem antiken um ein Vielfaches überlegen. Es hat sich von den naiven und willkürlichen Annahmen freigemacht, allerdings erst stufenweise auf einem endlosen, langen, krausen, oft abbiegenden Wege, wodurch es den unbefriedigenden Anblick einer alten, bis zur Gegenwart blühenden Stadt, den aller historischen Gebilde überhaupt bietet. Wie in einer solchen Stadt uralte Baureste, etwa ein romanischer Dom, der Rest eines römischen Tores, zwischen Bürgerbauten neuerer Zeit stehen, in wunderlichem Gemisch Stadtmauern und Fabrikeinfassungen aneinandergrenzen, alte, gotische Kapellen umgeben werden von modernen Villen, wie sich darin alte Stadtanlagen mit neueren Erweiterungen durchsetzen, dann ganze Viertel Platz machten einem ganz auf Gegenwärtiges gestellten Stadtbauplan, der aber pietätvoll die hervorragendsten Bauwerke der Vergangenheit schonte, so daß sie absonderlich als „lebende Fossilien" in fremd gewordenes Milieu blicken — genau so unbefriedigend „historisch" steht auch das Wissen der Gegenwart da.

Dieser Zwiespalt zwischen Historischem und Notwendigem ist es, woran es krankt. Eingespannt ist es auf weiten Strecken, ja in einigem überhaupt in Begriffe, die heute keine andere Existenzberechtigung mehr haben, als daß sie zwei- und zweieinhalbtausend Jahre alt sind und von siebzig Generationen Menschen unbesehen einander übergeben wurden. In diesem Rahmen aber sind mit jenen Voraussetzungen Ideen von ganz anderer Abkunft, nach anderen „Prinzipien" gewonnen, verbunden. Oder — was noch häufiger

ist — da sich die Verbindung solcher nicht zusammengehöriger Vorstellungen nicht vollziehen läßt, man beschränkte sich darauf, neue Einsichten sonder Zahl — sogenannte Naturtatsachen — zu gewinnen, und verarbeitete sie nicht.

So sind denn, um an dem vorigen Gleichnis festzuhalten, ganze Stadtviertel nicht ausgebaut; an ihrer Stelle liegen nur unübersehbar und unbenützt gewaltige Massen von Bausteinen.

Vor diesen entmutigenden, wüsten Anblick tritt jeder, der größere Werke der Naturwissenschaften zur Hand nimmt. Das ist die wahre Ursache, warum der Nichtnaturwissenschaftler gar keine Möglichkeit hat, sich eine Vorstellung von der „Stadt" — deren größerer Teil nicht gebaut ist — zu schaffen. Das ist auch die Ursache, warum selbst die Naturwissenschaftler keinen Begriff von der „Stadt" haben — sie kennen nur Viertel und Straßen und vor allem große, ungeheure Bausteinlager (man nennt sie Einzelwissenschaften und Disziplinen) und machen aus der Not eine Tugend, wenn sie erklären, aus Gründen der Gewissenhaftigkeit nicht bauen zu wollen. Jene von ihnen tun auch gut daran, denen es überhaupt an einer Vorstellung von dem Wesen und der Organisation einer Stadt gebricht. Nicht richtig ist es freilich, wenn andere ihr Unvermögen mit der drolligen Behauptung bemänteln, die große Menge der Bausteine mache das Bauen überhaupt unmöglich.

Große und hochmögende Geister haben dennoch auch in neuerer Zeit stets versucht, auf Grund der Bausteine wenigstens Pläne zur Errichtung eines Weltgebäudes zu entwerfen.

Das älteste Werk, das mit den Begriffen moderner Welteinsicht hantiert und noch steht, ist die Kosmogenie von *Kant* und *Laplace.*[2])

Man nennt sie gemeinhin die Welthypothese von *Kant-Laplace.* Das bedeutet eine Ungerechtigkeit gegen *Kant,* der zwar auch nicht ganz selbständig seine Ideen faßte, was von Laplace, der allerdings sein Werk 41 Jahre später als *Kant* veröffentlichte, gleichfalls nicht gesagt werden kann.

Eigentlich gehen beide auf *Buffon*, den geistreichen Verfasser der „Histoire naturelle" von 1745, zurück, der gegenüber *Kants* kleine Schrift kaum einen Vergleich aushält *(Sv. Arrhenius).*

Man ist gewöhnlich geneigt, diese Kosmogonien als ziemlich identisch zu betrachten. Aber sie unterscheiden sich in ganz grundlegenden Punkten. Will man das Wesentliche aus ihnen herausziehen, so kann man sagen, daß sie alle nur in der blinden Anhängerschaft an die Mechanik, die *Newton* ersonnen hat, übereinstimmen. Sonst hält *Buffon* die Planeten für durch Kometenzusammenstöße von der Sonne abgesplitterte „Späne", *Kant* aber nimmt an, daß sich das Planetensystem aus kosmischem Staub, zumindest aus einer Ansammlung kleiner Meteoriten entwickelt hat, eine Idee, die in der Gegenwart *(Lockyer, Darwin)* noch ihre Verfechter findet. *Laplace* dagegen schuf erst die von unserer ganzen Generation geglaubte Hypothese, daß das Sonnensystem seinen Ursprung aus einem Nebelflecken, nämlich

einer glühenden Gasmasse, nahm (s. Abb. 1), der von Anfang an eine wirbelnde Bewegung um ihre Achse innewohnt. Nach mechanischem Gesetz müssen dann, wie auf der seinen Theorien folgenden Zeichnung ersichtlich, sich allmählich von dem Zentrum Ringe ablösen, die sich selbständig machen und aufrollen und dadurch zu Trabanten der zentralen glühenden Masse werden, die sich durch Abkühlung langsam zusammenzieht.

Da sich auf diese Weise ausgezeichnet die Existenz der Saturnringe (vgl. Abb. 46) erklärt, im Weltall sich auch viele Spiralnebel nach Art des durch Schönheit ausgezeichneten im Sternbild der Jagdhunde (vgl. Abb. 2) finden, den jedermann schon durch ein mäßiges Fernrohr selbst betrachten kann, außerdem glühende Gasnebel im Weltenraum in großer Zahl bekannt sind, hat die *Laplace*'sche Hypothese, welche *Kants* Anschauungen weit besser ausführt, begeisterte Anhänger bis heute gefunden, die auch durch den gewichtigsten Einwand, den man gegen sie ins Treffen geführt hat, daß sich nicht alle Bestandteile des Planetensystems*) gleichsinnig drehen, nicht verwirrt werden. Um sich von dieser Schwierigkeit zu befreien, hat man ganz unbedenklich auf die alte *Buffon*'sche Vorstellung zurückgegriffen, die sich schon bei *Laplace* selbst findet, daß nicht zum Sonnensystem gehörige Kometen gegen Planeten stießen und diese, sowie alle anderen nicht befriedigend erklärten Abweichungen an Dichte und Temperatur der Planeten verursachten.

Dies Gedankengebäude von *Laplace* gehört eben auch zu der Klasse von Hypothesen, welche gewissermaßen die Wirklichkeit von ihrem Ursprung her zeichnen. Sie notieren sich alle einer Erklärung bedürftigen Punkte, bringen sie auf möglichst wenige gemeinsame Nenner und beginnen nun mit der Voraussetzung dieser Tatsachen. Natürlich muß sich dann aus ihrer Annahme die ganze Wirklichkeit, die zuerst hineingewickelt wurde, auch wieder herauswickeln lassen, worauf die Hypothese leicht für befriedigend erklärt werden kann. Ehrgeiz dieser Art von dialektischen Erklärungen, die eigentlich Taschenspielerkunststücke des Denkens sind, ist nur, möglichst wenig solche Nenner zu finden. Wem es gelänge, die Fülle der Erscheinungen durch dialektische „Kategorisierung" in eine einzige Begriffsschachtel einzupacken, aus der sie dann auf einen Druck hervorspränge, der wäre dann der wahre und gepriesene „Welterklärer" unter Hypothetikern, die ihr Geschäft auf die Natur der menschlichen Seele und zwar, wie sich noch ergeben wird, mit guten Gründen, sogar mit Notwendigkeit stützen.

Alle diese Werke sind eben Ausflüsse jener kühnen, weltentstürmenden Zuversicht, die das ganze 18. Jahrhundert kennzeichnet, in dem sich der Mensch unbedenklich und naiv als unbeschränkt fühlte. Sonst hätte sich nicht der Scharfsinn eines *Kant* an der unlösbaren Aufgabe abgemüht, aus einem Chaos das Werden eines Kosmos verstehen zu wollen.

---

*) Es sind dies die Monde um Uranus und Neptun, sowie einer der neun Saturnmonde, die den anderen entgegengesetzt laufen.

Ein Menschenalter später war man in dieser Hinsicht schon viel kritischer — oder bescheidener.

Alexander von Humboldt, der es um 1843 wieder unternahm, ein „Weltbild" zu schaffen, ging dabei nur mehr von dem „Kosmos" aus. Ganz wie es später einmal *Stallo*, dieser beste der amerikanischen Erkenntnistheoretiker, forderte *), legte er sich kein anderes Problem vor, als die einzige Frage, zu welcher eine Reihe von Erscheinungen Anlaß geben kann, nämlich die nach ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und nach ihrem Zusammenhang.

Humboldts „Kosmos" hat auf eine ganze Generation unberechenbaren Einfluß geübt in dem Sinne, *in der Natur das Walten unverbrüchlicher Gesetze zu sehen*, aber so sehr sein Werk auch von dem edlen Schwung des Idealismus getragen wird, hat es gerade dadurch, wie kein zweites, seine Zeit daran gewöhnt, die Welt nicht so sehr als *Organismus*, sondern als einen ewigen und vom Größten bis ins Kleinste wirkenden *Mechanismus* anzusehen. Dadurch hat es die Gemüter auf eine materialistische Weltanschauung des Berechenbaren vorbereitet.

Humboldt hat aus einem ungeheueren Tatsachenwissen eine Selektion nach dem Gesichtspunkt des Gesetzmäßigen herausgehoben; er hat im ganzen weiten Gebiet des Kosmischen, Erdgeschichtlichen, besonders des Meteorologischen und Geographischen, ebenso wie aus dem Tier- und Pflanzengeographischen (diese Wissenschaften schließt sein „Kosmos" vorzugsweise ein, gemäß dem Programm, ein „Gemälde der Natur" zu sein), überall die immer wiederkehrenden, typischen Züge hervorgehoben und ist letzten Endes dem Problematischen aus dem Wege gegangen.

So entstand zwar eine unübertreffliche Eleganz, Abklärung und Harmonie der Darstellung, eine bestrickende Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit, geeignet, den Stolz zu wecken und die Achtung vor dem Tatsachenwissen; es war aber dadurch kein eigentlicher Fortschritt der Erkenntnis erzielt.

So ist denn der „Kosmos" nicht nur in dem Sinne das Urbild aller gemeinverständlichen Literatur in deutscher Sprache, daß er dieses Genre von Schrifttum in Deutschland überhaupt erst geschaffen hat, sondern auch darin, daß seine Hauptwirkung eine ethische und volkserzieherische war: er verbreitete Achtung und Verständnis für das Gesetzmäßige in weiten Kreisen, eine Art blinden Glauben an das Objektive und Reale, in sich Gültige von Naturgesetzen, die seitdem allgemein, wie eine Art rechtsverbindliches, ein für allemal niedergelegtes Gesetzbuch der Welt aufgefaßt wurden, das nur wie eine uralte Inschrift auf den Dingen entziffert zu werden brauchte.

Humboldts „Kosmos" darf daher auch gar nicht mit den Welterklärungsversuchen der antiken Denker in einen Vergleich gezogen werden, er ist vielmehr, ins Neuzeitliche übersetzt, etwa das, was die Naturgeschichte des *Plinius*, mit dem die verehrungswürdige Gestalt des Berliner Natur-

*) *Stallo*, Concepts and theories of modern physics. 4. ed. London 1900.

forschers auch sonst manche Vergleichsmöglichkeiten aufweist, dem gebildeten Römer der Kaiserzeit war.

Trotzdem durfte er in einem Werk, das die Gesetze der Welt zum Verständnis bringen will, nicht übergangen werden, da ohne die soeben erörterte Wirkung *Häckels* Auftreten nicht die Resonanz gefunden hätte, die allein der *Häckel*schen Welträtsellösung die Bedeutung gegeben hat, die sie noch besitzt.

Es ist nicht das Schwergewicht der Gedanken, sondern die Zahl der Gläubigen, die zur Erörterung dieses Versuches, einen Monismus zu errichten, zwingt, den man übrigens den „einzigen wirklichen Versuch einer Enträtselung der Welt auf Grund der modernen Naturwissenschaft" genannt hat.

E. Häckel versuchte den unbefriedigend gebliebenen Versuch, die Welt bloß aus Kraft und Stoff aufzubauen, wie es *G. Büchner* getan hatte, neuerdings aufzunehmen, indem er den Einwendungen von denkerischer Seite durch Aufnahme philosophischer Gedanken zu begegnen suchte. Bei dem Suchen darnach geriet er auf den von *Spinoza* zuerst aufgebrachten, dann von *Kant* in den Mittelpunkt seiner Philosophie gerückten Gedanken eines „Dinges an sich".

Ganz richtig betont er damit die Notwendigkeit, sich bei Beurteilung der Weltphänomene nicht auf den reinen Sinneseindruck und seine Kritik allein zu verlassen, sondern sich die große Vorfrage zu stellen: Was kann ich überhaupt wissen?

Damit hat die Naturwissenschaft gegenüber dem naiven Glauben an die Realität des Erforschten einen ungeheuren Fortschritt vollzogen. Zum erstenmal seitdem sind in einem gewissen Sinne die Vorsokratiker überholt worden. Eine Naturbetrachtung, welche trachtet, die Dinge auch in ihrer von den subjektiven Anschauungs- und Denkformen unabhängigen Beschaffenheit zu erkennen, war vor *Häckel* noch nicht dagewesen. Dieses Streben ist ein Verdienst, das ihm unter allen Umständen zugebilligt werden muß, man mag sich zu dem, wie er die „Dinge an sich" darstellte, verhalten wie man will.

Kant sagte bekanntlich, das wahre Bild der Welt sei für einen menschlichen Intellekt überhaupt nicht zu erkennen. *Schelling*, *Schopenhauer*, *Hartmann*, *Herbart* und andere widersprachen dem und glaubten, auf verschiedenem Wege das Wesen der Welt dennoch bestimmen zu können. Dieser Glauben ist also an *Häckel* nicht neu. *Neu ist nur, daß Naturwissenschaft überhaupt einmal den Standpunkt des naiven Realismus verlassen* hat und mit der Möglichkeit rechnet, das, was sie erkennt, sei gar nichts Endgültiges und Wirkliches. Man muß diesen Satz herausschälen und beleuchten, denn an ihn hat man bisher noch nicht gedacht, und doch ist gerade er der einzige und prinzipielle Fortschritt, den *Häckel* gegenüber *Laplace* oder *Buffon* oder *Humboldt* bedeutet.

Man gerät in eine tragische und daher rührende Welt, wenn man nun mit

diesen Ansprüchen und Hoffnungen das Weltbild betrachtet, das *Häckel* sich und seinen Anhängern namentlich in den zwei Werken „Die Welträtsel“ und „Kristallseelen“ erbaut hat.

Bringt man die große Menge der von ihm mit Virtuosität geschaffenen lateinisch-griechischen Sonderausdrücke auf ihre einfachste Form, so entstehen folgende Vorstellungsreihen.

Das Weltall ist unendlich, aber von Substanz erfüllt. Diese Substanz ist das spinozistisch-kantische „Ding an sich“ und besitzt drei „fundamentale Attribute“: a) Raumerfüllung oder Ausdehnung, Stoff (=Materie); b) Bewegung oder Mechanik (sic!), Kraft (= Energie) und c) Empfindung oder Weltseele, Geist (= Psychom). Das „sind ganz allgemeine Grundeigenschaften aller Körper. Die Summe von Materie, Energie und Empfindungen im unendlichen Weltraum ist unveränderlich“.

Die drei Attribute stehen nebeneinander, also ist der Monismus der Welt, der sich aus seinem „Substanzgesetz“ ergibt, eigentlich eine Trinität. Nur sind nicht alle Eigenschaften der Substanz, besonders nicht die psychomatischen, jederzeit in allen Körpern vorhanden, sondern sie sind in „Entwicklung“ begriffen, wie denn überhaupt der Welt ein durchaus sich entwickelndes Sein zukommt.

Man hat diese Weltanschauung, welche als ethische Forderung einen Kultus „des Wahren, Guten und Schönen“ fordert, als den menschlichen Intellekt befriedigend erklärt, man hat sie sogar für „schön“ gehalten und ihr eine bildende, von Irrtümern befreiende Kraft zugeschrieben.

Das *Häckel*sche Weltbild befriedigt aber dennoch nicht. Und zwar aus folgenden Gründen:

Nachdem durch die Aufnahme des Begriffes „Ding an sich“ feierlich erklärt wurde, es seien zwei Welten zu unterscheiden, die eine der bloßen Sinneseindrücke, deren Maße und Zahlen die Naturwissenschaft festzustellen trachtet, und eine von der Existenz menschlicher Einsicht unabhängige, gewissermaßen wirkliche, folgert der *Häckel*sche Monismus dennoch so, als könne man mit menschlichem Verstand und den Hilfsmitteln der Sinne etwas über die wirkliche Natur der Dinge aussagen.

Das kann man nicht, und daher beziehen sich seine sämtlichen Behauptungen natürlich nur auf die Sinnenwelt. Die Verwendung des Begriffes „Ding an sich“ ist irrtümlich; sein Wollen, tiefer zu sehen als die jonischen Naturphilosophen oder *Laplace* und *Humboldt*, blieb bei dem bloßen Wunsch stecken, und *Häckels* Monismus hat die Menschheit in dieser Beziehung nicht gefördert, wohl aber sicher durch diese Konfusion viele schwache Gehirne verwirrt. Er putzt sich hier mit Dingen auf, die er nicht versteht.

Wieder stellt sich da ein menschlicher Intellekt vor die Fülle seiner Sinneseindrücke und glaubt, einen Teil von ihnen als Werkzeug benützen zu können, um hinter die anderen zu kommen. Ganz ungeprüft und gläubig

übernimmt dieses monistische Denken von den griechischen Philosophen die Begriffe Sein, Gesetze und Welt als Wirklichkeiten, wie wenn das irgendwo zu besteigende und abzumessende Berge wären, die nur von jenen falsch beschrieben, jetzt aber besser abgemessen wurden und nur richtiggestellt zu werden brauchten, um von nun an als „Götter", nämlich als unveränderliche, ewige und weltbeherrschende „Dinge" zu gelten.

Nirgends taucht in dem *Häckel*'schen Gedankengebäude die Frage auf: Welche Gewißheit geben mir denn meine Sinne und das aus ihnen abgeleitete Denken? Wie entsteht denn überhaupt mein Wissen? Hätte sich *Häckel* diese Frage gestellt, so hätte er alsbald als der scharfsichtige und gut beobachtende Naturforscher, der er war, bemerken müssen, *daß „Wissen" nie etwas anderes ist als eine Kombination von entweder persönlichen oder vererbten Erfahrungen,* daß also auch das schärfste und abstrakteste Denken auf keiner anderen Grundlage als der der Sinnenwelt steht.[3]) Ich habe einmal *Häckel* gefragt, wie er zu der Ansicht gekommen sei, durch Denken etwas über seine „Substanz" zu erfahren. Und er antwortete mit siegessicherem Lächeln: „Denken ist doch eine der Funktionen der Weltmaterie! In *mir* denkt die Welt; sie wird sich ihres Wesens bewußt, kann also wohl darüber etwas erkennen."

Keinen Augenblick kam ihm also der Gedanke, die subjektiven Anschauungs- und Denkformen irgendwie zu trennen von ihrer Ursache. Er sah gar nicht, daß hier ein Problem vorliegt.

Vor allem erkennt man in seinen Werken nirgends Spuren der Einsicht, daß Abstraktionen nur durch vergleichendes Zusammenlegen von konkreten Erfahrungen gewonnen werden, dem Wesen nach also das gleiche wie jene sind. Man beobachtet hundert oder tausend Dinge und stellt fest, daß sie im Verlauf dieser Arbeit nicht unverändert blieben. Die Wolken nahmen andere Formen an, das Wasser warf Wellen; bei feinster Beobachtung traten Änderungen in der Zusammensetzung des Salzes ein usw. Ich bringe diese Änderungen nur der Einfachheit halber unter einen einzigen Begriff, wenn ich allen beobachteten Dingen Bewegung zuschreibe. Ich habe dadurch nichts erfahren von den Wirklichkeiten, sondern nur Ordnung und Vereinfachung in meine Erlebnisse gebracht. So geht es mit den abstrahierten Begriffen Stoff, Geist, Kraft und allen anderen.

Und das erklärt dann *Häckel* für eine Einsicht in das, was *hinter* seiner Beobachtung und Denkfähigkeit steckt; er hält es für Eigenschaften des Dinges an sich! Was von der Hypothese des *Laplace* gesagt werden mußte und im Grunde genommen das *Wesen der wissenschaftlichen Hypothese* überhaupt trifft, gilt in dem gleichen Maße von dem Lehrgebäude des großen Jenenser Forschers, das keinen größeren Wert als den einer echten Hypothese besitzt. Auch er wickelt die Welträtsel zuerst in einige Begriffe, nämlich in die Worte Ausdehnung, Bewegung und Empfindung, die er für gemeinsame Nenner aller „seienden" Dinge hält, und ist gewisser-

maßen triumphierend erstaunt, dann alle Erscheinungen auf Ausdehnung, Bewegung und Empfindung zurückführen zu können. Das Unerklärte und Unerklärliche wird zu „Attributen" gemacht, der übrig gebliebene Bodensatz seiner Analyse der Erscheinungen wird als „Ding an sich" bezeichnet, schlechthin als das dem Bewußtsein Gegebene dekretiert, und es wird ganz übersehen, daß damit nur über die unverdaulichen Reste unserer Denkfähigkeit etwas ausgesagt ist, was an sich mit dem Problem Welt oder Sein noch gar nichts zu tun hat.

Man könnte natürlich mit der gleichen Methode alle Erscheinungen auch auf die ihnen gemeinsamen Kategorien Sein, Unbeständigkeit (Wechsel der Form) und Zweckmäßigkeit zurückführen und diese als Attribute eines Gottes bezeichnen, um damit eine Theodicee zu begründen.

In Wirklichkeit sind weder mit dem einen, wie mit dem anderen tiefere Einsichten erzielt, nur Umgruppierungen, Verpackungen gewisser Tatsachengruppen unter bestimmter Etikettierung, eine Kategorisierung; letzten Endes ist es eine gewisse Spielerei für Köpfe, die nicht das Ganze durchschauen.

Häckels angebliche erkenntniskritische Selbstbesinnung ist nur ein Pronunciamento, dem keine Tat folgte; sein Monismus bleibt auf derselben oberflächlichen Stufe des Denkens wie das Grübeln der jonischen Naturphilosophen, also etwa eines *Thales*. Es ist gleichwertig, wenn dieser erklärt, das Wasser sei der Ursprung aller Dinge, oder wenn *Häckel* sagt, die „Substanz" sei die Ursache der Welt.

Deshalb muß ich die „Erklärung", welche *Häckel* von den Gesetzen der Welt gibt, ablehnen.

Neben ihm steht aber noch ein weiterer, großzügiger Versuch, ein, alles Wissen zur Einheit verschmelzendes Weltbild zu schaffen. Wenn er auch in letzter Zeit stark zurückgetreten ist, so hat er seinen Anspruch, das besser zu machen, was *Häckel* nicht leisten konnte, noch nicht aufgegeben. Das ist die Energetik von *Wilhelm Ostwald.*

Diese Weltanschauung des großen baltischen Chemikers gebärdet sich als ein Bruder des *Häckelismus,* zumindest als ein Monismus, weshalb sich auch eine Art Verbrüderung und taktischer Zusammenschluß zwischen Jena und Leipzig vollzogen hat.

Ostwalds Ansicht läßt sich in folgende Kernsätze zusammenfassen: Es ist kein Vorgang in der Natur ohne Änderung von Energien denkbar. Alles, was „geschieht", alle „Vorgänge" sind Energieumwandlungen. Davon ist auch das geistige Leben nicht ausgenommen, da es gleichfalls auf „psychischer Energie" beruht, die sich in alle anderen Energien umwandeln lassen müßte. Wenn es heute noch nicht gelingt, so sei das nur Schuld unserer Methoden; eines Tages werde der Nachweis dieser Umwandlung gelingen.

Da sich nun auch der Begriff der Masse sehr wohl in Begegnungen von Energieströmen auflösen lasse und nur eine Täuschung der wissenschaftlich nicht geschärften Sinne sei, vermag man begrifflich die Welt auf den ge-

meinsamen Nenner Energie zurückzuführen und sie als die denknotwendige Einheit zu fassen.

Wenn trotz dieser im ersten Augenblick blendenden Erklärung *Ostwalds* Energetik niemals wirklich Fuß fassen konnte im wissenschaftlichen Denken, so lag das an der jedermann offenbaren Unzulänglichkeit, auf einem Grunde bauen zu wollen, der noch nicht vorhanden ist. Die leere Hoffnung, es werde gelingen, seine ganz undefinierte „Nervenenergie" in Licht. Wärme, kinetische Energie usw. zu transformieren, so wie es leicht ist, die lebende Energie eines Wasserfalles in Elektrizität zu Beleuchtungs-, Heizungs- und Betriebszwecken auszuwerten, gestattet es einfach noch nicht, ein Weltgebäude auf dem Begriff der Energie aufzuführen.

Inzwischen aber ist das Luftschloß eingestürzt, bevor jemand auf den Gedanken geriet, es zu benützen. Denn die in der Physik der Gegenwart siegreich durchdringende *Quantentheorie* von *Max Planck* und *Sommerfeld* (vgl. diese) zwingt zu der Notwendigkeit, den Satz der gleichmäßigen Energieverteilung zu verlassen und der Energie eine atomistische Struktur zuzuschreiben, so wie bereits die Elektronentheorie (vgl. diese) das gleiche für den Begriff der Elektrizitätseinheit gefordert hatte. Damit allein ist ein energetisches Weltbild wieder in ein atomistisches umgewandelt — der Bau ist abgetragen, bevor er richtig errichtet war. Es ist daher nicht notwendig, sich mit dieser Idee des sonst so verdienstvollen Chemikers weiter zu beschäftigen.

Um so weniger, als auch sie nicht genügend tief schürft und Sein, Welt, Gesetz als absolute, feststehende, axiomatische Werte voraussetzt.

Zwischen den beiden Polen *Häckel* und *Ostwald* pendeln aber alle übrigen in engeren Kreisen bekannt gewordenen Versuche, das durchgehende Gesetz in der menschlichen Erkenntnis zu finden,[4]) denen bei aller großen Mannigfaltigkeit dennoch Eines gemeinsam eignet, nämlich das Bedürfnis, „das Weltall der Erkenntnisse" *einheitlich* zu beurteilen. Das ist das Einigende in aller Verschiedenheit.

Aber gerade dieses Einigende ist so alt wie das Denken selbst — denn es ist eine Denknotwendigkeit, die aus der Technik des Denkens selber folgt, wie noch des näheren zu erörtern sein wird.

Um so besser eröffnet sich nun gerade dadurch das Verständnis für den wahrhaftigen wissenschaftlichen „Weltuntergang", der sich in unseren Tagen vollzieht, da nicht nur — um im vorigen Bilde zu bleiben — sogar die Bausteine ausgewechselt werden, sondern auch der Einheitlichkeit des zu errichtenden Gebäudes Gegengründe in den Weg gestellt wurden.

Alle Bilder vom Weltgebäude, alle Weltanschauungen der Vergangenheit scheinen entwertet, seitdem die Beweise der Relativitätstheorie anerkannt werden. Hat bereits die Entdeckung der Radioaktivität und des Zerfalls der sogenannten Elemente alle jene Folgerungen, die sich auf die Chemie aufbauten, um ihre Beweiskraft gebracht, so ist durch die Quantentheorie von

Planck und *Sommerfeld* und die neuen Vorstellungen von *Rutherford* und *Bohr* über den Bau der Atome jeder energetischen Deutung der Erscheinungswelt der Boden entzogen, und während der *Kaufmann*'sche Versuch den Begriff der Masse selbst in Vorstellungen auflöste und ihm jede Realität entzog, stoßen nun *Lorentz* und in seinem Gefolge *Einstein* überhaupt die Grundlagen der Mechanik um, auf denen sich der Begriff mathematischer Gewißheit aufbaute. Der Euklidischen Geometrie des dreidimensionalen Raumes setzt *Minkowski* die Welt vierdimensionaler Vorstellungen entgegen; die Begriffe Raum und Zeit werden mehrdeutig gemacht, ja selbst der „unmittelbar gewisse" Sinneseindruck einer Formenwelt wird aufgehoben durch die Erklärung, daß die geometrischen Eigenschaften des Raumes nicht selbständig seien, sondern durch die Materie bedingt, die wieder andererseits als irreal und nur als Vorstellungskomplex erkannt ist.

Das bedeutet zusammengenommen die völlige Selbstaufhebung von Mathematik und Physik und den größten Umbau, den die menschliche Erkenntnis seit den Tagen der altgriechischen Naturforscher überhaupt erfahren hat. Von *Thales* und *Pythagoras* bis zu *Lorentz* und *Planck* spannte sich noch immer ein und derselbe Bogen; trotz allem, was an geschichtlichen Brüchen und Änderungen zwischen ihnen liegt, gehörten sie doch in ein und dieselbe Denkrichtung, die erst jetzt ausgedacht, verbraucht und zu Ende gegangen ist.

In der Denk- und Geistesgeschichte verteilen sich die großen Abschnitte anders denn in der Weltgeschichte. Zwar gibt es auch darin Altertum, Mittelalter und Neuzeit; nur ging das Altertum, das hier gewissermaßen eine Prähistorie mit nur mythologischen Überlieferungen ist, zu Ende, als die jonischen Philosophen auftraten. Von diesen bis zu *Häckel* und den Zeitgenossen unter den Physikern reicht das Mittelalter.

Und *wir* stehen unmittelbar an der Schwelle der Neuzeit, dem *Zeitalter der „biologisch" denkenden objektiven Philosophie,* welche alle Denkvergangenheiten in höherer Einheit verbindet und zu erklären vermag.

Gerade dem vorliegenden Werke kommt die schwierige und undankbare Rolle des Bahnbrechers und die wahrhaft übermenschliche Aufgabe zu, zum erstenmal das Weltbild der neuen Zeit im menschlichen Denken zu zeichnen.

*

Um diese sich allerorten vorbereitende, grundlegende Umwälzung im physikalischen Denken verständlich zu machen, muß man auf die tragenden Ideen der bisher gültigen physikalischen Theorien zurückgehen. Sie ruhen alle insgesamt auf dem Zeitalter der Antike, mit dem daher notwendigerweise eine Darstellung der Weltgesetze beginnen mußte. Besonders ist es die Euklidische Geometrie, die sich zu dem Baum der modernen Physik entfaltete.

Eukleides, der „Vater der Geometrie“, eigentlich ein Phönizier, der aber um 300 vor unserer Zeitrechnung zu Alexandrien wirkte, hat mit seinen *„Stoichea“* das Muster eines fast unbegreiflich vollkommenen geometrischen Lehrbuches für alle Zeiten geschaffen und damit die Möglichkeit, Beziehungen zwischen Dingen in einem dreidimensionalen Raum gesetzmäßig auszudrücken.

Wenn man diese Fähigkeit schlechthin als Geometrie bezeichnet hat und diese sowie ihre Hilfswissenschaft, die Mathematik (Analysis) für die Fähigkeit einer exakten Beschreibung der Weltgesetze hielt, beging man damit einen doppelten Fehler. Der eine ist längst korrigiert, seitdem die Geometrie aus sich selbst heraus die euklidischen Axiome des Dreidimensionalen nur als einen Spezialfall ausgeschieden hat; allerdings als den wichtigsten, weil er derjenige ist, der sich mit den Erfahrungen der Sinnenwelt deckt. Neben ihm sind *verschiedene Geometrien* möglich, wenn man eben von anderen Grundsätzen ausgeht, zum Beispiel die Rechnung auf einer Kugelfläche versucht, die also keine Geraden kennt, oder sie auf einen Raum von beliebig mehr als drei Dimensionen überträgt, also in „Welten“ rechnet, die anders als unser Sinnenbild beschaffen sind. Es war sehr wichtig, daß *Riemann, Gauß* und andere große Mathematiker diese Gesetze „außermenschlicher“ Seinsmöglichkeiten, die man nach dem, bei dem Gnostiker *Valentinus* geschaffenen Begriff: Zoë für menschliche Lebensvorstellung: *azoëtische* Gesetze nennen kann, erforscht haben, denn sie überzeugten uns davon handgreiflich, *daß Mathematik keine Wahrheiten erschafft, überhaupt nicht schöpferisch ist,* sondern eben nur ein echter, rechter Rechenknecht, eine Art sehr komplizierter (und beliebig komplizierbarer) Storchschnabel, der einmal aufgestellte Behauptungen in verschiedene Kombinationsstufen der Anschauung überträgt und auf diese Weise Kompliziertes dann auch verkleinert und vereinfacht. Richtig an seinen Resultaten sind nie die Tatsachen als solche, sondern immer nur die *Relationen* zwischen den einzelnen Punkten und Sätzen nach der Übertragung in eine andere Form. Es handelt sich bei aller Mathematik nur um ein stetes Transformieren, weshalb der Ausdruck *Analysis* für sie der allgemein gebräuchliche sein sollte, um es den Menschen stets ins Gedächtnis zu rufen, daß man durch Mathematik nie etwas Neues erfährt, sondern nur eine Analyse der Teile in die Hand bekommt oder aus Teilen jenes Ganze zusammensetzen kann, das eine „Behauptung“ bedeutet.

Wenn also jemand etwas mathematisch beweist, muß man zweierlei Dinge prüfen: erstens, ob die Rechnung richtig ist nach den Regeln der Mathematik, und zweitens, ob die *Behauptungen* richtig sind, von denen die Rechnung ausging. Und das führt auf den zweiten Fehler, in dem sich alle Welt in bezug auf die Geometrie bzw. die Mathematik gefällt.

Diesem zweiten hatte *Euklid* selbst schon vorgebeugt, als er die Anwendung seiner Geometrie auf die Bewegungen und Lagebeziehungen der

Sterne nicht etwa *Aletheia* = Urwahrheit, sondern *Phaenomena* = Welt der Erscheinungen benannte.

Es war damit gesagt, daß seine dreidimensionale Geometrie die Lagebeziehungen der Dinge, wie sie uns eben zoëtisch (also im gewöhnlichen Leben) *erscheinen*, gesetzmäßig festlegt. Gar keine Wirklichkeiten erkennt man durch sie, sondern nur immer wiederkehrende Relationen der Zoësis.

Der Satz ist so wichtig, daß ich ihn lieber noch einmal erläutern will. Denn mit ihm steht und fällt es, daß sich die Leser dieses Werkes zu dem hier entwickelten Verständnis unseres Weltbildes bekennen oder aber im — Mittelalter des Denkens stecken bleiben.

Durch die Festlegung der astronomischen Kenntnisse, soweit das ohne Fernrohre arbeitende Altertum solche hatte, in Formeln euklidischer Geometrie war von kosmischen Gesetzen nur das irdisch Wahrnehmbare festgelegt. Es war stillschweigend vorausgesetzt, daß die „Weltanschauung des gewöhnlichen Lebens", also die,welche der animalisch dahinlebende, ganz naiveMensch hat, weshalb sie auch als die zoëtische bezeichnet werden kann, ohne weiteres für alles, was es gibt, zutrifft. Das war eine Voraussetzung, die allerdings nicht ohne weiteres als sicher angenommen werden durfte. Aber sie geschah dennoch, sie wurde eben aus der Erbschaft des Denkaltertums übernommen.

Es war damit nur erzählt: Wenn die Sterne bewegliche Lichter an einer Decke eines irdischen Raumes wären, dann ließe sich in folgenden geometrischen Formeln ausdrücken, wie uns ihre Beziehungen und Lageänderungen zueinander *erscheinen*.

Die Jahrhunderte vergingen, die alte Welt stürzte zusammen; eine neue, christliche entstand, in der sich einfache Waldmenschen und schlichte Bauern langsam an den übrig gelassenen, aus dem Schutt mühsam ausgegrabenen Resten des Altertums wieder heranbildeten zum Denken. *Euklid* war einer ihrer Lehrer; seine Geometrie ragte wie ein unantastbares Wunderwerk in die allgemeine Unbildung. Inzwischen hatte *Locke* in England seinen Sensualismus verkündet: nichts existiert, als was sich fühlen, sehen, hören läßt, was uns die Sinne — in unserer Sprache: die Zoësis — sagen. Und zu seinen Schülern und Anhängern gehörte jener merkwürdige *Isaac Newton* zu Cambridge, dessen Leben durch drei Tatsachen gekennzeichnet ist: nämlich, daß er die Mechanik, welche bis heute gilt, begründete, daß er nach unerhörten wissenschaftlichen Erfolgen dann auf einmal der Wissenschaft den Rücken kehrte, und daß er nicht nur die „*Philosophiae naturalis principia mathematica*", das grundlegende und scharfsinnigste Werk seit zweitausend Jahren, sondern auch Beobachtungen über die Prophezeiungen des Daniel und die Apokalypse Johannis geschrieben hat.

Als Sensualist, also Sinnesgläubiger, nahm er Euklids Geometrie absolut für real. Er baute die gesamte Mechanik auf ihr auf, und auf ihr fußt dann auch das gesamte physikalische Wissen der Gegenwart. Auch als man den zoëtischen Erfahrungskreis überschritt, durch Fernrohre am Himmel feinste

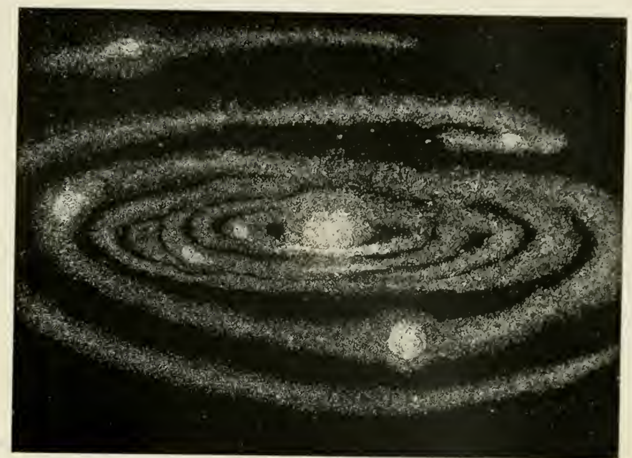


Abb. 1. Die Entstehung des Sonnensystems nach der Theorie von Laplace (und Kant). Durch die rotierende Bewegung einer glühenden Nebelmasse entstehen eine zentrale Sonne und um sie kreisende Planeten. (Nach Arrhenius)

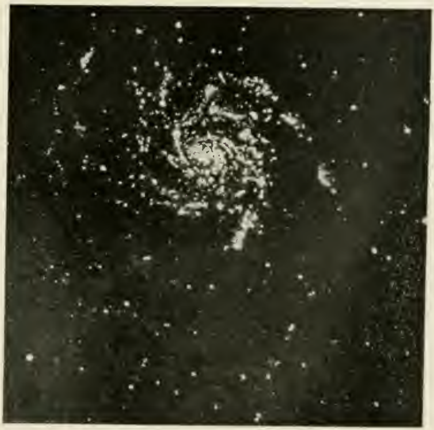


Abb. 2. Ein Spiralnebel aus dem Sternbilde der Jagdhunde



Abb. 3. Die Erscheinung des Zodiakallichtes am Nachthimmel in unseren Breiten

Bewegungen erkannte, durch Mikroskope molekulare Bewegungen sah; auch als man mit Geschwindigkeiten bekannt wurde, die jeder Anschaulichkeit entbehrten und dem Denken der Zoësis unvorstellbar waren, wie die rasende Schnelligkeit, mit denen Gestirne durch den Raum jagen, oder die 300 000 km, die das Licht in einer Sekunde zurücklegt. Man hielt ruhig an der Newtonschen Mechanik fest, auch als sich die Vorstellungen von den Bewegungen der Körperwelt so komplizierten, daß sie jede Anschaulichkeit verloren; auch als man merkte, daß jede Bewegung auf Erden sich zu einem wirklich ruhenden Punkt gar nicht geometrisch darstellbar verhalte, weil ja die Erde nicht nur um sich selber, sondern auch um die Sonne rotiert und diese wieder um eine Zentralsonne und mit dieser in unbekannter Art gegen das Sternbild des Herkules eilt, wobei keine Sicherheit sei, wie oft sich das noch wiederholt.

Man hielt ruhig an der Vorstellung und rechnerischen Wertgültigkeit von Elementen fest, auch als sie sich in den Händen des Experimentators so auflösten, wie in *Ramsays* Laboratorium das Radium, das zu Helium wurde.

Zu Ehren *Newtons* muß man sagen, daß er sich bereits bewußt war, daß seine Mechanik nur „praktischen" Wert habe und nur zu *Näherungen* führe; auch haben erlauchte Geister wie *E. Mach* schon lange gefordert, daß die Mechanik auf eine neue Grundlage gestellt werden müsse. Aber der Glaube an die Theorie blieb dennoch ungebrochen. Gedanken, die 2000 Jahre alt sind, werden eben zu einer Macht, die ein Einzelner nicht zu erschüttern vermag. Auch das gehört in den Kreis der Zoësis, die hier dunkel und fürchterlich wird.

Aber es gab andere Mächte, welche den Menschengeist mit eiserner Hand in eine andere Richtung drehten, nämlich Beobachtungstatsachen. Beobachtungen, die nicht zu einer Theorie passen, wirken wie Stöße auf den Kopf; langsam lernen es dann alle Köpfe, sich wegzuwenden.

Zuerst legte man sich die Sache in folgender Weise zurecht. Die Bewegungsgesetze der Sterne (namentlich der Planeten, wie sie *Kepler* festgestellt hatte) sind nur dann ganz richtig, wenn sie bloß von der Sonne beeinflußt wären. So aber hat der gesamte Kosmos durch Schwerkraftswirkungen Einfluß, und das sei die Ursache der immer mehr wahrgenommenen Störungen im Umlauf gewisser Planeten. Von ihnen meinte schon *Newton*. daß offenbar von Zeit zu Zeit eine mächtige Hand eingreife, um die gestörte Ordnung im Planetensystem wieder herzustellen.

Daß solches verzweifelt einer Bankerotterklärung der gesamten berühmten Mechanik nahekam, übersah man vor Bestürzung über die Tatsache, daß im einzelnen die Rechnungen nicht stimmten, im ganzen aber die Fehler sich nicht summierten, sondern der Ablauf der Ereignisse doch geregelt und harmonisch blieb.[5])

Die Theorie der Gravitation, das vielbewunderte Meisterwerk der mathematischen Naturerklärung, auf dem letzten Endes alle Gewißheiten der Himmelsmechanik, also die Zeit- und Ortsbestimmungen und damit auch die irdischen Gewißheiten beruhen, ist nicht frei von Abweichungen. Die Gra-

vitationshypothese wurde von *Newton* aufgestellt, um die Planetenbewegungen zu erklären. Aber sie stimmt nicht für die Bahnen der Planeten Merkur, Venus und Mars. Das wußte man schon seit *Leverriers* Zeiten, und dazu gesellten sich neuerdings ähnliche Erfahrungen an den Bahnen der Planeten Jupiter, Saturn und Uranus. Im allgemeinen sind diese Fehler der Theorie so gering, daß sie bei täglichen und jährlichen Beobachtungen, also gewissermaßen in der Zoësphäre des Menschen, nicht zu merken sind; aber schon innerhalb eines Jahrhunderts summieren sie sich bis zum deutlichen Erscheinen in den Rechnungen. Man darf sie nicht verwechseln mit jenen Störungen der Umlaufszeiten, aus denen man zum Beispiel auf das Vorhandensein weiterer Himmelskörper geschlossen hat. Durch sie entdeckte im Jahre 1846 *Galle* den bis dorthin unbekannten Planeten *Neptun;* am Fixsternhimmel wurden auf gleiche Weise dunkle, also unsichtbare Begleiter der Sterne *Sirius* und *Prokyon* erschlossen.

Anders verhält sich das Störungsproblem der Dreiheit Merkur, Mars und Venus. Wohl hat der Münchner Astronom *Seeliger* unter Hinweis auf das *Zodiakallicht* (Abb. 3), das man für einen um die Erde laufenden Staubring hält, die Hypothese aufgestellt, es existiere ein solcher auch zwischen Sonne und Merkur, sowie ein anderer zwischen Erde und Mars. Und durch die stets hilfsbereite Rechnung war es dann leicht, nachzuweisen, daß eine genügend starke Gravitationsursache, an dieser Stelle eingeführt, genügen würde, um dies Nichtstimmende verständlich zu machen. Aber diese Staubringe hat niemand gesehen; sie sind reine Hirngespinste, ersonnen, um das Unzulängliche der Gravitationstheorie zu verdecken. Und die Unregelmäßigkeiten der Mondbahn (s. Anmerkung 5) werden auch dadurch nicht beseitigt. *Selbst die Erde wird durch die Theorie nicht voll in ihrer Bewegung erklärt.* In hundert Jahren bleibt sie in ihrer Rotation um 9 Sekunden hinter den Erfordernissen der Theorie zurück.

Je tiefer man also eindringt in das Universum, desto größer wird das Unbehagen des auf seine Analysis einst so stolz gewesenen Menschengeistes. Der französische Physiker *Poincaré,* einer der scharfsinnigsten Köpfe seines Volkes, sprach es schon vor dreißig Jahren aus, daß die Zahlenwerte, deren sich die Astronomie bedient, nicht unbeschränkt gültig sind, sondern in gewissen Werten immer genauer, dann aber, auf größere Verhältnisse angewendet, immer ungenauer werden (Satz der semikonvergenten Reihen), so daß alle astronomischen Rechnungen desto richtiger sind, je mehr sie sich auf irdische und gegenwärtige Verhältnisse (also auf das, was wir unter Zoësis verstehen) beziehen. Je weiter sie aber ins Kosmische angreifen, desto weniger kann man sich auf ihre Gültigkeit verlassen. So ist — um den Gedanken an einem Beispiel faßlicher zu machen — die Stabilität des Sonnensystems (abgesehen von den oben erwähnten unbedeutenden Störungen) für eine Million Jahre noch nahezu gewiß, sie ist auch noch für tausend Millionen Jahre immerhin wahrscheinlich. Aber sie gilt nicht für die

Jahrbillionen, mit denen der Kosmos rechnet. Und es ist völlig ungewiß, ob die bestehende Ordnung vernichtet oder noch harmonischer und vollendeter gestaltet wird. Wir arbeiten nur mit Näherungsformeln, und für Urteile von solcher Tragweite ist der Menschenstandpunkt eben nicht der richtige.

Auf der Euklid'schen Geometrie ruhten auch alle Rechnungen, die so nach und nach zu den Erkenntnissen über die Gesetze der Lichtausbreitung geführt hatten. Es war niemandem eingefallen, darüber erstaunt zu sein, daß damit in unsere moderne, von Grund auf veränderte Welt noch Gesetze eingeführt werden, die dem Intellekt vor 2200 Jahren genügt hatten. Dagegen war man um so mehr erstaunt, zu sehen, daß das Licht sich mit diesen Gesetzen nicht immer so vertrug, wie man wollte.

Der französische Physiker *Fizeau* hat schon im Jahre 1849 mit echt gal-

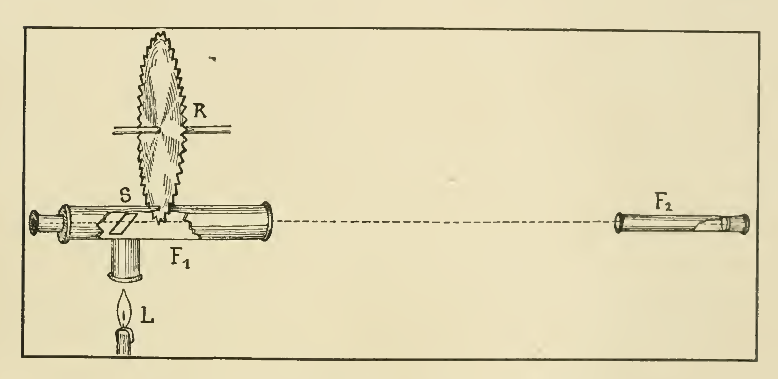


Abb. 4. Die Anordnung von *Fizeau* zur Messung der Lichtgeschwindigkeit.

lischem Scharfsinn eine Vorrichtung ersonnen (Abb. 4), um die Geschwindigkeit des Lichtstrahls zu messen. Da es einer der grundlegenden, zugleich einer der schönsten modernen physikalischen Versuche ist, soll er hier dargestellt werden. Aus astronomischen Gründen (aus der Verzögerung im „scheinbaren" Zusammentreffen des Schattens des Jupiters mit einem seiner Monde) hatte der dänische Astronom *Olaf Römer* behauptet, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes sei nicht unbeschränkt, sondern betrage „nur" 300 000 km in der Sekunde. Das klang nicht wahrscheinlich, und darum wollte es *Fizeau* versuchsmäßig nachprüfen.

Er benützte dazu zwei Apparate, die in 8633 m Entfernung voneinander aufgestellt wurden. Der eine war ein Fernrohr (Abb. 4) mit einem seitlichen Ansatz, in den man das Licht einer starken Lampe hineinsandte. Das fiel auf eine schief gestellte Glasplatte (S) im Innern und wurde nun von dort reflektiert. In achteinhalb Kilometer Entfernung wurden diese Strahlen

von dem zweiten Apparat in einem Spiegel aufgefangen und durch ihn wieder in das Fernrohr zurückgeworfen. Da aber diese reflektierten Strahlen die Glasplatte darin durchdrangen, konnten sie im Fernrohr gesehen werden.

In dieses Fernrohr reichte aber ein mit 720 Zähnen besetztes Zahnrad (Z) hinein, das schnell gedreht werden konnte. Es war dadurch auf die Möglichkeit gerechnet, daß der vom Fernrohr nach dem Spiegel gehende Lichtstrahl wohl durch eine Zahnlücke hindurchgelangen konnte, aber bei seinem Rückweg nicht mehr dieselbe Situation vorfand. Weil sich das Rad schnell drehte, war die Möglichkeit gegeben, daß der rückkehrende Lichtstrahl statt der Lücke auf den nächsten Zahn traf und dann natürlich für den Beobachter ausgelöscht war.

Das Licht verschwand zum ersten Male, als das Rad 12,6 Umdrehungen in der Sekunde machte. Alles übrige konnte leicht ausgerechnet werden.

Eine Raddrehung brauchte $^1/_{12{,}6}$ Sekunden; die Zeit, während der ein Zahn statt einer Lücke den Weg des Lichtstrahls versperrte, beträgt also (den doppelten Weg eingesetzt) $^1/_{1440} \times {}^1/_{12{,}6}$ Sekunde. In dieser Zeit lief das Licht 17 266 m. Wenn man die Rechnung vollzieht, erhält man:

$$17\,266 \times 18\,144 = 313\,000 \text{ km/sec}$$

oder 313 000 km Lichtgeschwindigkeit in der Sekunde. *Römers* Vermutung war richtig gewesen. Andere Wiederholungen gaben 300 400 km und 299 880 km. Darauf ruht also unsere Überzeugung, daß die Geschwindigkeit des Lichtes auf Erden 300 000 km in der Sekunde betrage; sie ist wohlbegründet.

Nun ging *Fizeau* mit erstaunlichem Spürsinn weiter. Er sandte Licht durch Flüssigkeiten. Die Lichtgeschwindigkeit ändert sich nach einem bestimmten Gesetz. Er sandte es durch eine *strömende* Flüssigkeit, deren Geschwindigkeit ihm bekannt war. Es war zu erwarten, daß sich nun die vorige Lichtgeschwindigkeit vermehrt oder vermindert durch die der Strömung ergibt. Aber das trat nicht ein. Nicht um einen Bruchteil wurde sie vermehrt.

Da war wieder der Punkt erreicht, an dem die „Gesetze der Welt" in der bisherigen Fassung nicht stimmten.

Die amerikanischen Physiker *Michelson* (spr. Meikelsen) und *Morley* ersannen einen Apparat, um den *Fizeau*-Versuch auf den Himmel zu übertragen. Sie arbeiteten wie im klassischen Versuch der Geschwindigkeitsmessung mit Spiegeln und ersetzten die Strömungsgeschwindigkeit durch die Drehung der Erde. Es war zu erwarten, daß das eine Mal der mit der Erddrehung laufende Strahl zu anderer Zeit zurückkomme, als der gegen sie ausgesandte. Die Rechnung stimmt wieder nicht. Eine Differenz war nicht vorhanden.

Diese zwei Experimente sind der feste Boden, auf dem die ganze neue Physik steht. Wir wissen schon: Beobachtungstatsachen drehen auch die halsstarrigsten Köpfe herum; die Sprache der Sinne ist das für den Menschen ewig Gültige, und sein Denken paßt sich ihnen an.

Das waren die Erfahrungen der Optik. Zu ihnen gesellten sich andere aus der Elektrizitätslehre.

Aus Gründen, die man auf S. 24 nachlesen mag, kam die Physik zu der Notwendigkeit, sich die Elektrizität nicht als gleichmäßig strömende Energie, sondern als eine Wirkung substanzieller Körperchen vorzustellen, denen man den Namen elektrische Atome gab. Die Tatsachen der Elektrizitätslehre stimmen nicht, wenn man nicht diese Annahme macht. In einem Atom sind elektrische Massen verschiedenen Vorzeichens miteinander etwa ähnlich vereinigt, wie Sonne und Planeten in einem Sonnensystem. Die Sonne ist das Positive, die Planeten sind negativ geladen. Nun stoßen sich erfahrungsgemäß die elektrischen Massen gleichen Vorzeichens ab, sie würden also auseinander getrieben werden, würde ihnen nicht eine Kraft noch unbekannter Natur *) entgegenwirken.

Nimmt man nun an, daß das elektrische Atom diesen Bau auch in bewegtem Zustand beibehält, dann würde sein Bewegungsgesetz nach der Newton'schen Mechanik anders sein müssen, als es für die Erfahrung sich abspielt. Mit anderen Worten: die Newton'sche Mechanik ist, so wie sie ist, für die Elektrizitätslehre nicht brauchbar. Man steht also vor demselben Rätsel wie die Astronomen und die Lichtforscher.

Diesen Widersprüchen schloß sich neuestens das klassische Gebiet, das altehrwürdige, stattliche Gebäude der Mechanik der Gase an. Die statische Mechanik, die Grundlage zahlreicher Entdeckungen und der mechanischen Gesetze überhaupt ruht auf dem Satz von der *gleichmäßigen Energieverteilung*.

Nimmt man irgendeinen abgeschlossenen Raum voll Gasteilchen, also ein System von Gasteilchen an, so werden sich die einzelnen Teilchen zunächst regellos in den verschiedensten Richtungen und in den verschiedensten Geschwindigkeiten durcheinander bewegen. Die Energie, die in den einzelnen von ihnen steckt, die kinetische Energie, läßt sich immerhin beschreiben, nur wird sie infolge der verschiedenen Arten von Bewegung und der Zusammenstöße sich für die einzelnen Glieder des Systems ändern. Wenn man diese Änderungen lange Zeit hindurch beobachtet, erkennt man aber, daß diese Änderungen um gewisse immer wiederkehrende Mittelwerte schwingen, mit anderen Worten, daß der Gesamtzustand des Systems in bezug auf die Bewegung seiner Teile durchaus beständig bleibt. So entstand der berühmteste Satz der statischen Mechanik **), auf dem sich ein erheblicher Teil der Physik aufbaute.

Wenn man ihn aber auf die Wärmestrahlung anwendet, deckt er nicht die Wirklichkeit. Vor allem stimmt dann nicht die aus ihm fließende selbstverständliche Annahme, daß die Energie stets, auch in periodischen Vorgängen, in einem kontinuierlichen Strom und in jeden Mengenverhältnissen

*) Nach den neuen Anschauungen ist es die Gravitation.

**) Er lautet: „Die Mittelwerte der verschiedenen quadratischen Glieder der kinetischen Energie der Systempunkte sind im stationären Zustande untereinander gleich.“ (Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung auf die Freiheitsgrade von Systemen. Vgl. aber die *Jeans*'sche Modifikation.)

ausgetauscht werden könne. Namentlich bei Versuchen über Wärmestrahlung schwarzer Körper kam man zu Erfahrungen, die der ganzen Wärmedynamik und Mechanik ins Gesicht schlugen und vor die Wahl stellten, entweder sie aufzugeben oder den Sinneserfahrungen der Zoësis nicht zu trauen.[6]) Da der Mensch das letztere nicht tut und auch nicht tun kann, da er dann vollständig haltlos in einer Natur stünde, der gegenüber er sich als „irrsinnig" bekennt, und da er auch die Mechanik nicht aufgeben wollte, so warf er den Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung über Bord und ersetzte ihn durch die Annahme *(Quantenhypothese von M. Planck)*, die Energie der Strahlung (im Vakuum) könne nur quantenweise an die Materie weitergegeben, auch von der Materie an das Vakuum nur quantenweise abgegeben werden. Aus der Sprache exakter Wissenschaft in die Vergrößerung der Gemeinverständlichkeit übersetzt heißt das: die Energie der Welt kann kein Strom sein, auch sie hat eine automatische Struktur.

Die Welt ist von der reinen Energetik, zu der man sich durchgerungen hatte, dadurch scheinbar wieder verstofflicht. Aber die Schwierigkeiten sind dadurch nicht aus dem Wege geschafft, denn der aufgegebene Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung ist ganz folgerichtig aus der Newton'schen Mechanik (also aus der Zoësis des Menschen) abgeleitet, so wie dieser wieder aus der *Euklid*'schen Geometrie. *Wieder einmal erfolgt daher der Zusammenstoß zwischen der Mathematik der verfeinerten Beobachtung und der des alltäglichen Lebens,* auf den diese ganze lange Darstellung der neuesten physikalischen Einsichten aller Enden immer wieder hinausläuft.

Aus diesen Verhältnissen heraus entstand die neue Physik, welche seit etwa fünfzehn Jahren die Geister revoltiert und zuerst das Wissen, jetzt endlich auch das Denken in neue Bahnen treibt.

Da habe ich wohl das Gleichnis von der „Stadt", von dem ich ausging, zur Genüge begründet. Ist es denn nicht wirklich so, daß Physik, Naturkenntnis im weitesten Sinne einer alten Stadt gleicht, in der neue Menschen hausen? Ist *Euklids* Geometrie nicht so ein Bauwerk einer Längstvergangenheit, *Newtons* Mechanik ein mittelalterlicher Dom, den die Freigeister nicht mehr besuchen können, und der selbst von den Gläubigen durch Anbauten und Transformationen neuen Zwecken geeigneter gemacht werden soll? Sind nicht daneben neue Viertel in grundverschiedenem Baustil entstanden, und liegen nicht vor allem überall Bausteine, Werkstücke zu Hauf ohne Sinn, zu denen Pläne fehlen? Und wo ist der neue Stadtbaumeister, der das alles wieder zum Organismus umschafft?

Die Physik von heute ist eine historisch gewordene Masse von inneren Widersprüchen. Besonders auf zwei Kategorien von solchen muß man die Aufmerksamkeit lenken, will man ihr ganzes Wissen wieder in einheitlichem Sinn verstehen.

Der eine ist, daß hart nebeneinander Formeln stehen, welche die Existenz von Substanz verneinen und sie in einen „Doketismus" auflösen, daneben

aber ebenso neue und sichere Annahmen, welche die Welt in eine Summe substanzieller Quanten verwandeln.

Elektrizitätsforschung widerspricht darin wieder der Wärmeforschung. Um das verständlich zu machen, muß man mir gestatten, den Satz von seinen Ursprüngen ableiten zu dürfen.

Elektrische Vorgänge, also auch elektrische Strahlungen, lassen sich durch Elektrizität in der bekannten Weise beeinflussen, die jedermann kennt, der es schon einmal sah, wie Papierschnitzelchen von einer geriebenen Siegellack- oder Glasstange abwechselnd angezogen und abgestoßen werden. Wenn man elektrische Ströme zwischen den beiden Polen einer

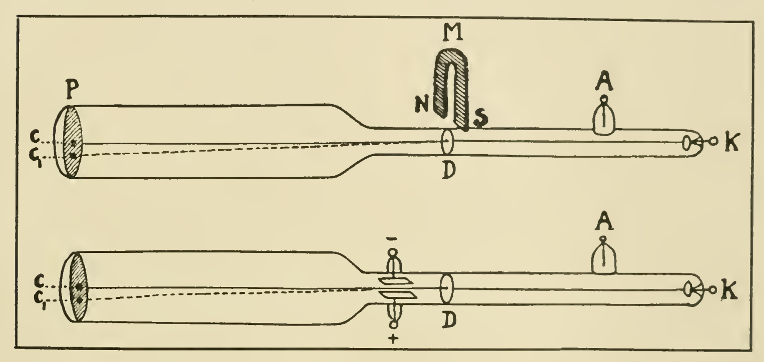


Abb. 5. Der Versuch stellt die magnetische (oben) und elektrostatische Ablenkung von Kathodenstrahlen dar.

Die von der Kathode (K) ausgehenden Strahlen (es ist nur ein Hauptstrahl angegeben) treffen auf den Karton P, der mit Kalziumwolframent bestrichen ist und beim Auftreffen der Strahlen im Punkt c hellblau fluoresziert. Der Hufeisenmagnet (N-S) verschiebt aber den blauen Lichtfleck sofort nach c_1, d. h. er lenkt ihn ab. — Dasselbe ist unten unter dem Einfluß von zwei mit einer elektrischen Batterie verbundenen Kondensatorplatten dargestellt. Der Fleck c wird dadurch nach c_1 verschoben.

Elektrisiermaschine hindurchleitet, lassen sie sich in ihrem Wege ablenken. Ebenso ablenkbar sind sie durch einen Magneten. (Vgl. Abb. 5.) Nur zeigt sich hierbei ein Unterschied. Ein magnetisches Feld lenkt den elektrischen Strom genau im Verhältnis der Stromstärke ab, die nur ein anderer Ausdruck für Geschwindigkeit der Elektrizitätsatome (Elektronen) ist, ein elektrisches Feld aber in einer Weise, die nicht nur von der Geschwindigkeit, sondern auch von dem Beharrungswiderstand (also der Masse) der Elektronen abhängt.

Bezeichnet man nun die elektrische Ladung, die irgendein Elementarteilchen der Masse aufnehmen kann, mit e, und nennen wir die Masse dieses Teilchens m, so wird uns der Quotient e/m eine Verhältniszahl mitteilen, die sich durch den Unterschied der elektrischen und magnetischen Ablenkung feststellen läßt. Denn wo Unterschiede sind, da läßt sich messen.

Es ergab sich nun, daß beim Wasserstoff, der bekanntlich die leichtesten aller Atome hat, dieser Quotient rund 10 000 beträgt. Bei allen anderen Elementen muß daher die Verhältniszahl kleiner sein, aus Gründen, die der aufmerksame Leser sich selbst zurechtlegen kann.

Nun unternahm man diese Versuche mit Kathodenstrahlen (Abb. 5), bei denen die elektrische Ladung nicht von Atomen irgendeines chemischen Elementes getragen wird, sondern von dem Elektron selber. Denn der Quotient betrug bei diesem Versuch zur größten Überraschung des Experimentators rund 18 Millionen. Das war nur so erklärlich, daß auch das Elektron Masse habe, allerdings 1800 mal weniger als das kleinste Atom der chemischen Elemente, aber immerhin Substanz.

So wurde nachgewiesen, daß auch die Elektrizität atomistische Struktur besitze, der uralte Atomismus des *Demokrit* also noch immer eine notwendige Vorstellung sei.

Aber es blieb nicht bei diesen Versuchen. Der deutsche Physiker *W. Kaufmann* fand als erster, daß sich aus der Formel

$$\frac{e \cdot H}{m \cdot v} = d$$

die Geschwindigkeit der im elektrischen Strom und in den Strahlungen dahinrasenden Elektronen berechnen lasse, wobei d die Ablenkung des elektrischen Stromes durch einen feststehenden Magneten, H die magnetische Feldstärke und v die Geschwindigkeit der Bewegung bedeutet.*) Bei Ausführung dieser Rechnungen ergab sich nun, daß der Quotient e/m von der Geschwindigkeit nicht unbeeinflußt bleibt! Denn wenn die Geschwindigkeit der Elektronen (sie ist in den einzelnen Strahlungen verschieden) 236 000 km/sec beträgt, dann war e/m 13,100 000; bei 283 000 km/sec Geschwindigkeit sank der Quodient auf 6,300 000. Je kleiner nun dieser Quotient, desto größer ist die Masse des Elektrons; ist er 0, so wäre die Masse sogar unendlich groß. Nun verschwand der Quotient bei der Lichtgeschwindigkeit wirklich, die Masse des Elektrons war also in diesem Fall mit dem Weltraum identisch.

Da war wieder dieselbe Schranke erreicht, vor die das Denken neuerer Zeit stets an den Grenzen der Erkenntnis gelangt. Man hat nun die Wahl, entweder zu glauben, daß sich die Materie verändern könne, auch wenn nichts dazu- oder hinwegkommt, oder — weil das unsinnig wäre — anzunehmen, daß es eigentlich keine Materie gebe, sondern durch den kleineren oder größeren Beharrungswiderstand nur unsere Sinne eine solche vortäuschen. *Masse wurde hier durch die Physik als Sinnesphänomen errechnet, die Existenz des Raumes, der Welt überhaupt als irreal hingestellt,* ganz im Sinne *Schopenhauers* nur als Vorstellung des erkennenden Subjekts.[7])

Durch die gleiche Versuchsanordnung erweist sich übrigens auch, daß

---

*) Auf anderem Weg ergaben sich noch drei Gleichungen zur gleichen Bestimmung.

die Struktur der Weltvorstellung keine größere Geschwindigkeit verträgt als die des Lichtes, nämlich 300 000 km/sec. Denn wenn schon durch sie für uns das „Weltbild" des unendlichen Raumes entsteht, so ist keine „unendlichere" Unendlichkeit mehr denkbar.[8])

Ist aber so auf die eine Weise das Weltphänomen doketisch geworden und die Masse eliminiert, so ist auch wieder der *Planckismus* nicht weniger daseinsberechtigt, der ihr einen Bau aus substanziellen Quanten zuschreibt. um die Relationen der Sinneserscheinungen in ein gesetzmäßiges Gefüge bringen zu können. Substanzlosigkeit steht gegen Substanzialität.

Dadurch, daß man die Quanten als eine schon durch die Atomeigenschaften bedingte Notwendigkeit ansieht, sie also auf den ganzen Bau unseres „Empfindungskomplexes" (= Welt im *Mach*'schen Sinne) überträgt, haben sich zahllose Widersprüche im Studium der Atomwärme, der Gastheorie, der Ionisierung der chemischen Reaktionen, der Röntgenspektra, des Starkeffektes (vgl. S. 13) gelöst und diese Vorstellung zu einem nicht mehr aufzugebenden Fundament gemacht. Neu befestigt hat sich dadurch der Begriff des Atoms. Das Bild des *Rutherford-Bohr*'schen *Atommodells*, das man in Bd. I auf S. 104 nachsehen möge, hat das Atom in eine Art Sonnensystem und Abbild der Weltmechanik verwandelt und wesentlich dazu beigetragen, uns die Einheitlichkeit der ganzen Weltvorstellung auf das Nachdrücklichste vor Augen zu führen.

Das steht aber alles in vollkommenem Widerspruch zur „Scheinbarkeit" und Aufhebung der Masse, und über diesen Widerspruch kann man nur dadurch hinwegkommen, daß man nach einer neuen Formel sucht, welche sich mit beiden Erkenntnissen verträgt. *Die neue Physik muß einen neuen Wahrheits- und Erkenntnisbegriff bekommen, sonst ist Wissen nicht mehr möglich.*

Ein anderer großer Widerspruch bewegt gerade seit dem Beginn des XX. Jahrhunderts die wissenschaftliche Welt immer heftiger dadurch, daß sie ihn fühlt und doch durch das vorgeschlagene Auskunftsmittel nicht befriedigt ist. Das ist die sogenannte *Relativitätstheorie*, die neue Mechanik, die man im Gebiet der Elektrizitätslehre und Optik bereits an Stelle der dort untauglichen Newton'schen Mechanik gesetzt hat.

Nur glaubt man eigentlich den Newtonismus auch dort einfach durch einen Anbau behalten zu können, indem man ihm die sogenannte *Lorentz-Transformation* hinzufügt.

Auch hier muß ein Werk, das sich nicht an Physiker, sondern an die Gesamtheit der an einer befriedigenden Weltanschauung interessierten Menschen wendet, weiter ausholen, um ein Verständnis zu erzielen.

Ich erinnere daher zuerst daran, daß *Fizeaus* und *Michelsons* Versuche (vgl. S. 20) Resultate hatten, die gegen die Newton'schen Forderungen verstießen. Der Leidener Physiker *H. A. Lorentz*, einer der Nobelpreisträger der modernen Forschung, versuchte nun, die „Sinnenwahrheit" und

die „Denkwahrheit“ — denn in Wirklichkeit waren doch diese beiden miteinander in Kollision geraten — miteinander zu versöhnen, indem er annahm, die Elektronen erlitten bei der Bewegung eine Kontraktion. Das bedeutet, daß er den Zeitfaktor, d. h. die Zeit, welche das Licht zu seiner Ausbreitung gebraucht, in besonderer Weise mit in Rechnung stellt. (Vgl. Anmerkung 9.) Es wird hierbei ein überraschend einfacher Kunstgriff angewendet. Man nimmt davon Notiz, daß Zoësis und Denkresultat nicht miteinander übereinstimmen. Die jeweilige Differenz wird nach dem Schema des *ersten* Falles, nämlich durch eine dabei gefundene Transformationsformel jeweils berechnet*) und mit eingesetzt, worauf dann allerdings Theorie und Wirklichkeit wieder miteinander übereinstimmen müssen.

Die Physik hat dadurch gewissermaßen das Kunststück vollbracht, trotz der offenbaren Widersprüche mit der alten Mechanik hausen zu können. In ganz erheblichen Teilen ihrer „Stadt“ ist Altes und Neues bunt durcheinander gewürfelt. Auf dem Gebiet der statischen Mechanik, in der Hydrostatik oder in der physikalischen Chemie, im ganzen weiten Bereich der Akustik, in ihren praktischen Anwendungen, zum Beispiel im Maschinenbau oder in der Theorie der I-Träger, wird die Newton'sche Mechanik nach wie vor unbedenklich angewendet, dagegen wird überall in der Himmelsmechanik, in der Gravitationslehre, beim Bewegungsgesetz der Elektronen, in der kinetischen Theorie, in der ganzen Physik der Strahlungen die Gültigkeit der Newton'schen Mechanik geleugnet und sie durch die Lorentz'sche Transformationsformel in eine „neue Mechanik“ umgewandelt. Die Mathematik des Alltags fußt auf der Euklidischen Geometrie, die des Himmels oder der Gravitationsfelder auf der *Riemann*'schen nichteuklidischen Geometrie. Das „Weltbild des Bürgers“ wird durch Kartesianische Koordinaten bestimmt, das des Gelehrten aber durch *Gauß*'sche, die keine Geraden kennen (Abb. 6).

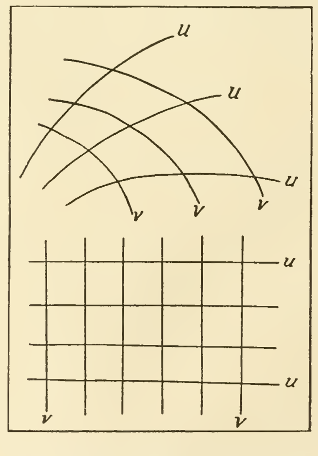


Abb. 6. Gaußkoordinaten, welche die Punkte einer sphärischen Welt fixieren im Gegensatz zum Kartesianischen Koordinatensystem der Newton'schen Mechanik (unten)

Das ist der Widerspruch, der aufhören muß. Das haben mit am scharfsinnigsten in den Fußtapfen von Lorentz *A. Einstein* und *Minkowski* erkannt. Darum fordert der erstere die Anwendung des Relativitätsprinzips auf alle Vorstellungen, der letztere eine vierdimensionale Betrachtungsweise der Welt, was in der *Lorentz*'schen Formel praktisch schon eingeführt wird.

*) Wobei alles Differierende dem Zeitwert zugeschoben wird.

Es ist im Grunde genommen nach den bisherigen Arbeiten nur mehr Aufgabe des praktischen Verstandes und eine an sich einfache Sache, nachdem einmal *Lorentz* den Weg zeigte, seine Formel nun in alle Verhältnisse einzusetzen. Man wird dadurch zwei Wirkungen auslösen. Immer wieder werden sich so auf der einen Seite Widersprüche beseitigen lassen, die vom Newtonismus her übrig blieben; auf der anderen Seite werden sehr klare und bisher für gesichert gehaltene Verhältnisse in eine neue Beleuchtung gebracht, in der sie scheinbar auf dem Kopf stehen.



Abb. 7. Schematische Darstellung der von einem Stern ausgehenden Lichtstrahlen, die durch die Gravitationswirkungen der Sonne, durch deren Schwerkraftfeld die Strahlen dringen, abgelenkt werden

Zu der ersten Gruppe gehören alle Aussprüche der Relativitätsphysiker, die sich auf Fragen des „Himmels" beziehen, darunter auch berühmte Prophezeiung *Einsteins*, deren Eintreffen erst die Aufmerksamkeit der gelehrten und ungelehrten Welt so richtig auf die Relativitätstheorie lenkte und jenen großen Sturm von Bewunderung, aber auch Ratlosigkeit hervorrief, der in den Jahren 1919 und 1920 durch die Welt der „Weltanschauungen" ging und hoffentlich viel alten Staub weggeblasen hat.

Einstein wandte die Relativitätsvorstellung und damit die analytisch-geometrische Behandlungsweise mehrdimensionaler Kontinua, die *Gauß* erfunden hat (vgl. Abb. 6), auf das Licht an und kam dadurch von selbst zu dem Resultat, daß sich Lichstrahlen in Gravitationsfeldern im allgemeinen krummlinig fortpflanzen. Die *Gauß*'sche Welt kennt ja keine geraden Linien. Da nun um jeden Körper eine Schwerefeld vorhanden ist, wagte er, zu prophezeien, daß Lichtstrahlen in der Nähe der Sterne durch sie krummlinig abgelenkt sein müßten. Zum Beispiel müßten bei totalen Sonnenfinsternissen die in der Nähe der Sonne erscheinenden und dann sichtbaren Fixsterne um einen gewissen errechenbaren Betrag von ihrem ihnen sonst zukommenden Platz weggerückt erscheinen.

Nun haben am 29. (30.) Mai 1919 zwei englische Expeditionen in Ägypten und Südamerika gelegentlich der dortigen totalen Sonnenfinsternis tatsächlich auf photographischem Wege diese von der Theorie geforderte Lichtablenkung bewiesen.

Da die Tatsachen der Sinneswahrnehmung für den Menschen stets der feste Block sind, auf den er alle Gedanken baut, trat seitdem der Glaube an die Richtigkeit der Relativitätstheorie seinen Siegeszug an, wenn auch dadurch etwas angenommen wurde, was einem Physiker alten Schlages wohl die Haare auf dem Kopfe hätten sträuben lassen, nämlich, *daß das Licht Gravitationswirkungen unterworfen sei.*

Für die Gravitation selbst ergab sich durch die Anwendung des Relativitätsgedankens sehr bald, daß die Euklid'sche Geometrie auf einer rotierenden Scheibe, überhaupt in einem Gravitationsfelde nicht genau gelten könne. Das wußten schon die Physiker vergangener Jahrhunderte insofern, als sie stets die verwunderliche Tatsache stillschweigend annahmen, daß im Mittelpunkt der Erde das Schwergesetz keine Gültigkeit habe. Auf diesem Weg kam die neue Physik zu einer *Erklärung der Schwerewirkung,* zu einer neuen *Gravitationstheorie,* welche die *Newtons* dadurch übertraf, daß sie die bereits erwähnten Störungen in Umlauf des Merkur auf 43 Bogensekunden für ein Jahrhundert vorauszuberechnen gestattete, was durch die Beobachtung genau festgestellt wurde.

Das sind die bisherigen Erfolge und Beweise zugunsten der Relativitätstheorie von *Lorentz* und *Einstein,* zu denen sich noch eine große Zahl von Behauptungen gesellt, die — wie vorhin ausgeführt — längst gesichert scheinende Sätze aufs neue fragwürdig machen.

Dazu gehört als erstes die Einsicht, daß der Satz von der Erhaltung der Masse mit dem von der Erhaltung der Kraft bei der Anwendung der *Lorentz*-Transformation in einen Satz zusammenfällt, was sich freilich gegenwärtig noch der experimentellen Prüfung entzieht.

Als zweites sieht sich die Relativitätstheorie zu der Konsequenz gezwungen, die Gravitation von der jedem unbefangenen Denker auch vor ihr ungeheuerlich erscheinenden Annahme zu befreien, daß sie auf eine beliebige Entfernung hin blitzartig wirkende Fernkraft sei. In dieser Annahme *Newtons* steckte ohnedies eine so unverfälschte, mittelalterliche Idee, daß man sich wundern mußte, wie denn das physikalische Denken ein derartiges, fast an Zauberkräfte und die animistische Vorstellungswelt erinnerndes Überbleibsel von Längstvergangenheit in ihrem Bau dulden konnte. An Stelle der Momentanwirkung in die Ferne bzw. der Fernwirkung mit unendlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit muß jetzt aus Gründen, die schon auf S. 25 erörtert sind. eine Gravitation treten, die nur 300 000 km in der Sekunde zurücklegt.

Schon dadurch allein verwandelt sich aber für den Denker das Bild der Welt. Es verliert sein Absolutes, jene festen Sicherheiten, die sich der Erfahrung so entgegenstemmten, daß man bisher stets, wenn sich einmal Mathematik (das heißt Mechanik und aus ihr abgeleitetes Weltgesetz) und Erfahrung nicht deckten, unbeirrt sagte: Um so schlimmer für die Erfahrung und die Sinne. Jetzt ist der Satz in sein Gegenteil verkehrt. Nicht Raum und Zeit sind absolut, sondern die Gültigkeit der Sinne, und wenn

Erfahrung und Weltgesetz zusammenstoßen, dann heißt es: Um so schlimmer für dieses untaugliche Weltgesetz.

Wie schon *Lorentz* bei seinem Bewegungsgesetz der Elektronen die Hypothese eingeführt, also für die Vorstellung gefordert hat, sich damit abzufinden, daß der „Körper" des Elektrons durch die Bewegung eine Kontraktion in der Bewegungsrichtung (proportional seiner Transformationsformel) erleide, so fordert die Relativität in seinen Fußtapfen überhaupt, die Welt als „nichtstarren Bezugskörper" oder *Bezugsmolluske* anzusehen.

Übersetzt aus dieser Geheimsprache dieser neuen Wissenschaft in die Begriffe eines gemeingültigen Denkens, heißt das nichts anderes als: Wenn an den Rechnungen etwas nicht stimmt, so sind es nicht die Formeln, sondern unser Bild von der Welt. Die Mathematik können wir nicht aufgeben, denn sonst hört alles Rechnen auf; also geben wir das trügerische Abstraktionsbild auf, das wir uns von der Welt, als in die starren Koordinaten von Raum und Zeit eingepaßtes Unveränderliches gemacht haben. „Welt" ist für den Relativitätsphysiker ein Ding, das so ist, wie er es braucht. Es ist nur ganz folgerichtig, wenn er dazu *Molluske* sagt und damit etwas meint, das sich beliebig allen Erfahrungen gemäß gestaltet, die nun noch folgen werden.

Das ist nun nicht etwa die Ansicht und die den Ossa auf den Pelion türmende Hypothese weniger überkühner Geister, sondern das sind die Notwendigkeiten, zu denen sich die ganze Physik gedrängt sieht, von Tag zu Tag, auf neuen Gebieten und, wie ich hoffe, es überzeugend genug dargestellt zu haben, mit einer unerbittlichen Notwendigkeit.

Wäre damit also eine Art Selbstaufhebung des menschlichen Geistes erfolgt? Zeit ist nicht Zeit, und Raum ist nicht Raum, und Eins ist weder immer noch überall Eins! Man muß zugeben, daß die relativistische Physik diese Widersprüche einfach hinnehmen muß, so wie die Quantentheorie den ihren von der Nichtsubstanz, die substantiell ist. Mit Achselzucken muß sie sagen: wir können nicht anders. Und darin bleibt das große Unbefriedigende.

Hier setzt nun der vorhin eingeführte Begriff der Zoësis ein, der aus jener Denkrichtung stammt, welche als objektive Philosophie*) den Anspruch erhebt, trotz dieser Widersprüche die Gesetze der Welt als eine widerspruchslose Einheit erfassen zu können.

Ich habe den Leser von vornherein in die ganze große Verwirrung des modernen Naturwissens hineingeführt, um ihn recht nachdrücklich empfinden zu lassen, wie sehr der Naturforschung der Gegenwart der *leitende* Gedanke fehlt, wie notwendig für sie das angeblich Unmögliche, die Schöpfung eines neuen „Kosmos" ist.

*) Von dieser objektiven Philosophie liegen bisher vor: 1. Grundriß einer vergleichenden Biologie. Leipzig, Th. Thomas, 1922. 2. Die technischen Leistungen der Pflanzen. 1919. Leipzig, Ver. d. wiss. Verleger. 3. München. Die Lebensgesetze einer Stadt. 1920. München, Hugo Bruckmann. 4. 5. Das vorliegende Werk ist der vierte und fünfte Band. 6. Grundriß einer objektiven Philosophie. Dresden. (A. Huhle) 1923.

Nun kann ich ihm sagen, wie sich in meinem Kopf das alles einheitlich zusammenschließt. Der neue Weltbegriff ist nur angesichts der erreichten (oder wieder erreichten) Klärung kein Kosmos mehr, sondern ein Bios.

Man möge sich durch die Formeln und rechnerischen Erfolge der Relativisten nur nicht verblüffen lassen. Wir wissen es schon: eigentlich ist und bleibt das Rechnen nicht der Wegweiser und Herr, sondern nur das Fahrzeug und der Diener, eben der Rechenknecht des Denkers.

Der Leser verfügt jetzt über ein großes, gerade das modernste Tatsachenmaterial und braucht nur ein Urteil darüber zu fällen. Also man überlege: Was kehrte in allen diesen überraschenden Widersprüchen und aufreizenden Neuerungen immer wieder? Stets war es ein *Gegensatz* zwischen alltäglicher und verfeinerter, zwischen Nah- und Fernbeobachtung. Ich habe schon darauf aufmerksam gemacht (S. 16), als ich den Begriff Zoësis daraus ableitete.

Die *Newton*-Mechanik — die man auch als die klassische Mechanik bezeichnen kann — stimmt für die Wirkungsweise eines Hebels; mit ihr kann man die Winkel und Kräfteverhältnisse eines Maschinenplanes oder eines Gebäudes völlig befriedigend feststellen. Sie stimmt aber nicht mit völliger Genauigkeit für so große Gebäude, wie das Sonnensystem eines ist. Die klassische Mechanik gestattet genaueste Vorausberechnung der ballistischen Kurve, die eine Granate beschreibt; sie genügt aber nicht, wenn die Kanonenkugel Lichtgeschwindigkeit annimmt oder mit der Schnelligkeit des elektrischen Stromes dahinrast.

Das ist es, was die Physik so sehr in Verwirrung brachte. Die Newtontheorie ist nicht absolut wahr, sondern nur relativ richtig, aber für die Bedürfnisse des täglichen bürgerlichen Lebens, also für die Zoësis hat sie durchaus genügende Richtigkeit. Wendet man sie auf die erhabenen, der menschlichen Vorstellungskraft entrückten Himmelsräume, die unvorstellbaren Kräfte der Gravitation, die nicht mehr anschaulichen Geschwindigkeiten des Lichtes oder des elektrischen Stromes an, dann widerspricht das, was uns die Sinne sagen, dem, was die Rechnung fordert. Die Sinne, das heißt die Erkenntnisfähigkeit, transformieren das „Weltall“ und „Übersinnliche“ eben auch ins Zoëtische — darum muß, um die Übereinstimmung mit der Rechnung wieder herbeizuführen, auch die Theorie ans Zoëtische angepaßt, und ebenso transformiert werden. Das geschieht durch die Relativitätsannahme und ihre Lorentz-Transformation, ihre Annahme eines vierdimensionalen Weltseins mit dem „elastischen“ Faktor Zeit, durch ihre Vorstellung einer nach Bedarf schrumpfenden oder sich vergrößernden Molluske von „Welt“. Alles das soll ermöglichen, das Extrazoëtische wieder zoëtisch, also faßbar, meßbar, berechenbar in die Hand zu bekommen.

So erklärt es sich — um ein ganz klassisches Zeugnis für die Richtigkeit des hier Entwickelten anzuführen —, wieso *A. Einstein* in einem seiner neuesten Werke sagen kann: „Spezialisiert man die Gleichungen der all-

gemeinen Relativitätstheorie auf den Fall, daß die Gravitationsfelder als schwach anzusehen sind, und daß alle Massen sich mit Geschwindigkeiten gegen das Koordinatensystem bewegen, welche gegen die Lichtgeschwindigkeit klein sind, so erhält man zunächst die *Newton*'sche Theorie als erste Näherung . . . Vergrößert man die Genauigkeit der Rechnung, so treten Abweichungen von der *Newton*'schen Theorie auf, die sich allerdings wegen ihrer Kleinheit fast alle noch der Beobachtung entziehen müssen."

Mit anderen Worten heißt das: aufs Zoëtische bezogen, ist auch unser Relativitätsgesetz nur Newtonismus oder *Euklid*'sche Geometrie. Vom Himmel, vom Licht, vom unendlich Großen oder Kleinen, von den ewigen Zeiten und den unausdenkbaren Räumen hat unsere Erfahrung zwar auch nur eine zoëtische Vorstellung. Wir übertragen unsere Erdenzeit auch dorthin, wo sie nicht gilt, stellen uns irdischen Raum vor, wo keiner ist; so sind *wir* — und nicht die Welt — die „Molluske", die alles vermenschlicht, das Unendliche endlich macht, das zu Schnelle verlangsamt, das zu Kleine vergrößert, aus der „Welt" einen „Lebensraum" gestaltet. *Unser Intellekt genügt nur für einen Lebensraum, also erscheint uns das „Sein" als solcher.* Oder noch kürzer: nichts wissen wir wirklich, als daß wir leben, und unsere Kenntnisse und Relationen dieses Lebens mit der „Welt". Unser Denken ist „lebendig", es ist biozentrisch.

Aus dieser *biozentrischen Erkenntnistheorie* heraus hat man nun auch Verständnis für die „semikonvergenten Reihen" *Poincarés* (vgl. S. 18). Es ist bei dieser Beschaffenheit unseres Wissenkönnens selbstverständlich, daß jede von zoëtischen Voraussetzungen ausgehende Rechnung nur für die Zoësis genügen kann. Sie wird völlig stimmen für vorstellbare Verhältnisse und in dem Maße ungenauer werden, in dem sich die Verhältnisse von unserer Vorstellungsfähigkeit entfernen.

Die *Biozentrik*, wie man die Erkenntnistheorie der objektiven Philosophie kurz benennen kann, gräbt viel tiefer, als es der bloße Relativismus kann, der nur eine Beschreibung ist, aber keine Erklärung; sie geht tiefer auch, als es der Quantentheorie möglich ist, die nur zusammenfaßt, aber nichts verständlich macht. Sie vereinigt eben das viele, sich Widersprechende zur höheren Einheit und gestattet Voraussichten weit umfassenderer Art, als es der Physik aus sich heraus möglich wäre. Es ist ein neues Gesetz des Psychologischen, das die Widersprüche in der Physik aufklärt.

Vor allem macht es Vergangenes und Gegenwärtiges endlich verständlich: nämlich die krause Entwicklung und den chaotischen Zustand des physikalischen Wissens und der Weltanschauungen.

Weil dieser stete innere Widerspruch zwischen der für die Extrazoësis nicht passenden klassischen Mechanik da war, gab es seit Erforschung der Himmels- und Atomverhältnisse stets nur provisorische, unbefriedigende Weltbilder ohne innere Einheit. Wenn man sich nicht auf ein bloßes „Gemälde" beschränkte, wie *Humboldt*, trat der Bruch und Zwiespalt stets

zutage. Die Unendlichkeitsvorstellungen in der Richtung Groß und Klein versetzten den Geist in die unglückliche Situation, von einem geglaubten Ganzen nur einen geringfügigen Ausschnitt zu erblicken und daraus das Ganze darstellen und beurteilen zu sollen. Daran scheiterten sowohl *Kant-Laplace* wie *Häckel, Ostwald, Vogt* und ihre Gefährten. Die Newton-mechanik, von der allein sie ausgehen konnten, gilt nicht für das Ganze, vor allem nicht für das Bewußtsein, das die Fähigkeit zur Transformation besitzt, das „molluskoid" ist, während die Mathematik starr bleibt. Darum kam es immer zum Bruch zwischen der geschauten Zoësis, die willkürlich und ungerechtfertigt ins Universelle vergrößert wurde, und dem schauenden Ich. Die alten Naturbetrachter, die Ionier, *Pythagoras*, die Eleaten kannten nur eine Zoësis, desgleichen die christlichen Kosmogoniker, solange die Erde Mittelpunkt des Weltalls war, daher die neidenswerte Einheit ihres Weltbildes. Es war eben naiv das Euklidische Weltbild als ein Biozentrisches empfunden, und sie dachten und empfanden die Welt biologisch, ohne sich davon erkenntniskritisch Rechenschaft zu geben.

Das wurde allmählich mit der Erweiterung der Sinne durchbrochen. Ein Gebiet nach dem andern wurde mit Kenntnissen durchsetzt, die nicht aus der Vorstellungssphäre des Lebens stammten, ohne daß man die Grenzüberschreitungen der Erkenntnis gewahr wurde, und man begann eine auf andere Verhältnisse gültige Rechengrundlage auch auf sie anzuwenden. So wurde Astronomie behandelt mit der Mechanik der irdischen Physik; die Gravitationswirkungen wurden vom Himmel auf die Erscheinungen übertragen, die ein fallender Stein zeigte. Man glaubte, das unvorstellbare Kräftespiel der Atome auffassen und rechnerisch meistern zu können, wie die Welle eines Baches Kiesel umherwirbelt. Man übertrug Physik auf die Erde als Stern (Geophysik) und auf das Weltall (Astronomie), verwandelte die Chemie in eine Physik der Materie, was ihrer Aufhebung gleichkam, projizierte Erdbeschreibung und Wirkung physikalisch-chemischer Kräfte als Summationsphänomene ohne weiteres in die Vergangenheit (Geologie), übertrug die Newton-Mechanik unbedenklich in den Zusammenhang der Innenwelt der Gedanken und des lebenden Geschehens (Psychophysik und mechanistische Biologie); dann wieder projizierte man Erlebnis ebenso skrupellos ins Weltall als Entwicklungslehre, kurz, man warf aus Unkenntnis die Methoden durcheinander und verunreinigte alle.

Im Lichte der Biozentrik erkennt man nun, daß solches nicht erlaubt sein kann, daß das vollkommen unwissenschaftlich war und daher zu stetem Streit und Widerspruch führen mußte.

Klar sieht man jetzt auch ein, daß die alte, durch „historische", also nicht innerlich notwendige Gründe entstandene Gliederung des Wissensbaues in Einzelwissenschaften, die ihre Grenzen fortwährend überschreiten, vollkommen unhaltbar ist. Was soll zum Beispiel Klimatologie sein? Sie ist Physik der Atmosphäre, mit ein klein wenig Chemie der Luft. Oder Geologie, die



Abb. 8. Knäuelige Verteilung von Wucherblumen auf einer Wiese als Beleg der Sterzinger'schen Hypothese



Abb. 9. Der schwarze Brenner des Weinstockes als Beleg der Knäuelung

Man beachte, daß die Blattflecken der Krankheit nicht gleichmäßig verteilt, sondern stets in Gruppen auftreten. (Originalaquarell nach der Natur vom Verfasser)

Physik und Chemie der Gesteine (Petrographie), Mechanik, also Physik der Erdschichten (Stratigraphie) usw. ist! Wo sind die Grenzen der physikalischen Chemie? Ist das Chemie? Ist das Physik? Warum wird die Physik des Himmels einer besonderen Wissenschaft zugewiesen und nicht der Physik?

Ein Blick auf dieses Chaos, und man ist überzeugt. Welche Fülle von Fehlerquellen sprudelt in diesem Durcheinanderwerfen und Zusammenkleistern so vieler, sonst getrennter Dinge!

Wer Natur einheitlich verstehen und verständlich machen will, kann diese alte Gliederung in Physik, Chemie, Meteorologie, Geologie, Geographie, Astronomie, Geophysik, Biologie, Physiologie nicht brauchen. Das Weltphänomen ist *Eines*; in allem walten dieselben Gesetze. Und die Erkenntnis *dieser* Gesetze braucht das Leben, nicht aber „Wissenschaften“.

Das ist vorläufig das erste Resultat, das wir als Frucht der Biozentrik für uns bergen wollen. Die nächsten Folgerungen haben aber noch eine ganz andere Tragweite.

Mit der Anwendung der *Gauß*-Koordinaten statt der Kartesianischen, mit der Annahme einer vierdimensionalen Welt statt einer dreidimensionalen, wie es *Einstein-Minkowski* vorschlagen, mit dem bloßen Anhängsel der *Lorentz-Transformation* an Newton'sche Rechnungen, mit der Annahme der Quantentheorie an Stelle der alten Energetik, mit der bloßen Konstatierung des Doketismus an Stelle des alten Materienbegriffs, und wie die vorgeschlagenen Auskunftsmittel alle heißen, *ist wohl den Rechnungen der Physikochemiker gedient, nicht aber der Erkenntnis, die ihre Einstellung zur Welt finden will.*

So wie der Ausweg der Zoësis gefunden wurde, als man überlegte, für welche Gebiete der Erscheinungen denn die klassische Mechanik genügt und für welche nicht, so führt es auch jetzt zum Ziel, einmal das *Einigende* in all den angewendeten „Zusätzen“ zu suchen. Leicht wird man da bemerken, daß in allen neuen Begriffen *ein* Gedanke immer wiederkehrt. Und das ist eine gewisse Beziehung zum Biologischen.

Die Quantentheorie verwandelt die Energien in zu Individuationen gegliederte Dinge (Elementargebiete); sie geht neuestens so weit, daß sie sich mit einer substanziellen Struktur des Lichtes befreundet. Sie hat den gesamten Raum in ein Gewebe von Elementargebieten verwandelt; in ihren Diskussionen tauchen Ausdrücke auf, die der Materie Wahlmöglichkeiten zuschreiben. Auch die Relativität, und diese noch mehr, bedient sich solcher Vorstellungen. Ihr Begriff der „Weltmolluske“ macht die Welt zur Spiegelung der Erkenntnis, denn sie muß jeweils so sein, wie die Erkenntnis es brauchen kann. Oberste Maxime für sie ist der unbedingte Respekt vor dem „Erleben“, nämlich vor der Erfahrung; um sie führen die Vorstellungen ihren Schattentanz auf. Dadurch wird aber der Weltbegriff „biologisiert“: Bios ist sein oberster Richter. Es müssen dann alle Urteile relativ ausfallen, wenn sie dem menschlichen Erkenntnisvermögen angeglichen, mit ihm ver-

glichen werden. Das uralte Wort des *Protagoras* kommt dadurch wieder zu Ehren, vom Menschen, der das Maß aller Dinge ist.

Und die gleiche Weltanschauung wird dem Denken förmlich aufgezwungen durch das Ergebnis des *Kaufmann*'schen Versuches. Was ist eine Materie ohne Masse, die nur aus vom Licht abhängigem, eigentlich aber vorgetäuschtem Sinneseindruck besteht, anders als die *Schopenhauer*'sche „Welt als Vorstellung", an die allein unter den modernen Philosophien die neue Physik anknüpfen kann? *Schopenhauer* aber ist der typische biologische Philosoph, da sich sein ganzes Weltbild, das der Vorstellungen sowohl wie das des Willens, eigentlich darauf reduziert, zu behaupten: Die Welt besteht für den Menschen, und er erkennt sie nur durch seine Lebensfähigkeit. Auch bei ihm ist Leben der oberste Richter.

So wird gerade er durch die moderne Physik gerechtfertigt wie kein anderer. Für sie ist, wie für ihn, das *Weltproblem ein biologisches Problem.* Und der seit mehr als zwei Jahrhunderten fortgehende, mit *Hume-Kants* Selbstbesinnung beginnende Prozeß erreicht jetzt sein Ende.

Nach der Erkenntnis der Relativität der Erkenntnisfähigkeit durch *Kant* und *Schopenhauer* kam die Relativität der Wahrheit (ihre Auflösung in „Wahrempfinden") durch *Mach* und *Avenarius* und als notwendige Konsequenz jetzt die Relativität der Wahrnehmung, also des wahrgenommenen Seins durch die Physik.

Auf dieser Basis aber steht die *objektive Philosophie* mit ihrer biozentrischen Erkenntnistheorie. Was sie vorhersagen konnte, das ist inzwischen ins Leben getreten: *eine biologisch denkende Physik* — denn nichts anderes ist die relativistische Denkungsart von *Lorentz-Einstein* und *Planck.*

So wie diese muß auch eine *biologische Mathematik* entstehen. Und in den *Gauß*koordinaten, in der nichteuklidischen Geometrie sehen wir auch schon die ersten Ansätze dazu.

Mit Notwendigkeit zieht diese Art von Weltverständnis eine *Biotechnik* nach sich, die seit einigen Jahren im intensivsten Werden ist und schon heute praktisch auswertbare Resultate aufweist.

Das alles ist nicht möglich ohne eine *biologische Logik,* da diese doch nur die Mechanik der Gedanken darstellt; diese wieder führt zu der *biologischen Ethik*, für welche *Nietzsche* mit intuitivem Scharfblick den Boden ebnete. Und so würde, wäre sie nicht schon da, mit diesen Forderungen aus der relativistischen Physik in ihren logischen Folgen jene objektive Philosophie hervorgehen, deren Grundhieroglyphe gleich der des altägyptischen Götterglaubens Leben heißt. Sie hat keine andere Voraussetzung, als den lebendigen Augenblick des Seins. Ihr „Sein" heißt Erleben.

Es ist ihr vorläufig gleichgültig, ob dem Objekt Realität zukommt oder nicht, denn ihre Gesetze treffen zu, wenn die Welt real ist, aber auch wenn

sie nur ein „Bild“ ist. *Real ist in beiden Fällen die Relation von den Objekten zu dem Subjekt. Und nur diese Beziehungen sind der Inhalt ihres Forschens.*

Wenn auch alles „Wahre“ nur für mich wahr ist, so ist es von mir aus, also biologisch gewertet, doch unverbrüchlich wahr für den gegebenen Lebensmoment. In dem Meer des Relativen, das uns umgibt, findet sich doch ein Absolutes und Unveränderliches, nämlich die *Konstanz* der Relationen. Und ihrer bemächtigt sich die objektive Philosophie: *die Relationen sind ihr die objektiven Wahrheiten.*

So geht denn strahlend ein neues Licht der Erkenntnis auf und beleuchtet ein neues Weltbild. In ganz einfache Formeln löst sich zuerst das anfangs so Dunkle und Verwirrte auf.

Wir haben ein Sinnenbild in uns, eine vorgestellte Welt, zu der Stellung zu nehmen das Leben jeden Augenblick aufs neue zwingt. Dieses Weltbild ist ein komplexes System von außerordentlichem Umfang und ungeheurer Mannigfaltigkeit. *Aufgabe des Denkens ist, sich in dieser Vorstellungswelt so zurechtzufinden, daß sich unser Erleben und Handeln ihr ständig harmonisch eingliedere.*

Das ist der einheitliche Standpunkt, von dem das Denken ausgehen muß, und von dem aus es sich Nacheinander (Zeit) und Nebeneinander (Raum) schafft, sowie Zusammenhänge stets wiederkehrender Art durch Vergleichen (Kausalität) und technische Formen der Verarbeitung (Urteil, Analysis, Mechanik). Was als Welträtsel und Metaphysik immer *hinter* der Welt und ihrer Mechanik stand, die *Ursache* der Weltmechanik, der Urheber der Welt, das ist der objektiven Philosopie kein Problem. Denn es ist ihr eine methodologische Selbstverständlichkeit, eine Denknotwendigkeit, die „Dinge“ auf einen Urheber (Bezugskörper) zu beziehen. Der wahre Urheber der Vorstellungen von „Dingen“, die sich zu einem Weltbild zusammenschließen, sind wir. Wir, das heißt unser Denken, bringen Ordnung in das Chaos. Wir haben den Kosmos geschaffen und die den Denkern als Ideal voranleuchtende Gleichung: die Welt ist ein einziges Gesetz, *ein* Gedanke — das ist der objektiven Philosophie nicht Ziel und Resultat, sondern Ausgangspunkt, weil alles Leben das voraussetzt.

Denken ist das in ein Weltbild umgesetzte Leben, so wie Leben (wenn auch nicht immer bewußt) *das in die Tat umgesetzte Denken ist.* So entsteht die große Einheit wieder, und Streben nach *Monismus* ist Leben selbst.

Und nun stehen wir, nach einem allerdings gewaltigen Umwege, wieder vor den Eleaten, von denen wir ausgingen, aber — wir verstehen sie jetzt ganz anders. *Ihr* Werk gilt es fortzusetzen; den Faden heißt es dort aufzunehmen, wo sie ihn verwirrten und liegen ließen.

Die wunderbar abgeschlossene, organische Einheit ihres Weltbildes, wir können sie wieder haben! Endlich haben wir auch den Bauplan für die

3*

„Stadt des Wissens", aber auch die Fähigkeit, endlich einmal Antwort zu geben auf die Fragen, als die uns ihre problematischen Sätze vom Eins, vom Sein, vom Gesetz und Prinzip erschienen, welche alle anderen Philosophien seit 2500 Jahren als Axiome auffaßten.

Erst jetzt hat Welt, Gesetz und Sein einen neuen Sinn nötig! Erst jetzt empfindet man das Bedürfnis, tiefer zu dringen als Ionier und Eleaten.

Und darum stellt sich erst jetzt das Denken auf neue Grundlagen. *Wir kennen keine andere Welt als die „Unsere" (den Bios).* Welt ist das komplexe System der Vorstellungen, das nur in bezug auf uns selbst *„Sein"* und Sinn hat. Wir kennen ebensowenig absolutes „Sein" wie absolute „Substanz", *wohl aber ein relatives Sein*, ein Dasein der einen Beziehung für die andere, ein Sein für uns, dessen Gesamtheit von uns aus einheitlich gesehen und erfaßt werden kann als Weltbild.

Inhalt dieses Weltbildes können nur die Relationen der Teile dieses komplexen Systems sein, das wir durch die Kategorien Raum, Zeit und Zusammenhang (Kausalität) in Gruppen sondern.

In dem möglichen Feld dieser kaum ausdenkbar vielen Beziehungen der Teile gilt es, die gelegentlich wiederkehrenden (akzidentellen) von den ständig vorkommenden, den gesetzmäßigen zu sondern, denen sich die ersteren einordnen. Denn dadurch wird der Komplex übersehbarer. Von den gesetzmäßigen hebt sich die Sondergruppe der für den ganzen Komplex gültigen, der Gemeingültigen hervor. Auf sie, die uns die *Prinzipien* sind, kommt es in dem Weltbild allein an. Wer die Prinzipien kennt, wird sie in jeder Erscheinung wiederfinden, sie richtig zuordnen und sein eigenes Verhalten in den Gesamtkomplex einordnen (sich in sich denken) können.

So baut sich dann der „einheitliche Organismus der Natur" auf, bei dem das Goethesche „Natur in sich, sich in Natur zu hegen" zur Wirklichkeit wird. Was man an *Goethe*, der vorausnehmend diese Weltanschauung als Gefühl lebte, so maßlos bewundert, die dadurch erzeugte geschlossene Einheit der Persönlichkeit, das kann jeder erreichen, der diesen Weg zur Anschauung seiner Welt geht. Und endlich wird der unheilvolle Zwiespalt zwischen Natur und Mensch, zwischen Innen und Außen, zwischen Gott und Welt in dem „Ewigeinen" aufgelöst sein.

In einer wundervollen Vision erschließt sich da das einzig befriedigende Verhältnis des Menschen zur Erkenntnis. All das Vielfältige, das aus den Wissenschaften in diesem ersten Überblick über den Stand des Naturwissens von heute auf uns einstürmte, steht auf einmal geordnet, in seiner ihm zukommenden Rangordnung vor der sich ihrer Welt bewußt gewordenen Seele da.

Da das „Weltbild" auf den „Ichpunkt" bezogen wird, ist nichts anderes möglich, als die vielgesuchte und so sehnsüchtig herbeigewünschte Einheit, das „Eins und Alles" der Eleaten. Denn dem Erkennen ist der Zwang zur Vereinheitlichung gegeben. Dieser Monismus zerfällt nur scheinbar durch die Veränderlichkeit des biologischen Ichs, das jedesmal anders ist, so oft

die gleiche Wahrnehmung (Bewußtseinsinhalt) wiederkehrt. Das erzeugt jenen relativen Faktor von „Zeit" im Weltbild, den die Physik jetzt als vierte Dimension eines nichtstarren Bezugskörpers auffaßt, um seine „geometrische Projektion" ermöglichen zu können. Die nur „Einmalexistenz" des Ichs zwingt, Mehrheiten von Bewußtseinsinhalten räumlich anzuordnen. An sich gibt es weder Zeit noch Raum.

Es stürmt jederzeit eine Summe von Erregungen auf unser Empfinden ein; aber nur diejenigen, welche das Glück haben, einen Taster unseres Empfindungs- und Vorstellungsmechanismus zu treffen, erhalten für uns „Sein". *So ist „Sein" nichts als Erregung des Lebensgefühls,* ein in die „Welt" projizierter „Mensch". *Deshalb erscheint der „Kosmos"* als eine *durch Gesetze regierte, lebende Einheit, als ein „Bios".*

Deshalb werden alle Wissenschaften den Weg der Physik und Mathematik fortsetzen, und auch Astronomie, Chemie, Logik, Ethik, die Geisteswissenschaften, sie werden alle darin münden, daß alles nur einen *„Bezugssystemwert"* habe; sie alle werden in sich immer wieder „Lebensgesetze" finden. Der Mensch ist das Maß aller Dinge.

Im ganzen Leben handelt es sich nur um „proportionierte Bezugssetzung" von „Mikrokosmos" und „Makrokosmos", der objektiv scheinenden und subjektiven Bezugssysteme. Ist sie erfüllt, dann ist Harmonie in sich und Harmonie mit dem Unendlichen erreicht. Das allein ist der Zweck von Denken, Wissen, Wollen und Handeln. Das allein ist der „Lebenssinn"!

Sinn einer so orientierten Wissenschaft ist es nicht, „*die* Wahrheit" zu finden. Eine solche gibt es ebensowenig, wie es die Materie, den Raum, die Zeit, die Welt oder „das Gute", „das Schöne" gibt. Für wen sollte denn „*die* Wahrheit" gelten? Nur *unsere* Wahrheit suchen wir, nämlich „bestes Leben durch Erkenntnis und Einordnung in die gemeingültigen Beziehungsverkettungen der „Objekte", das heißt in die Weltgesetze.

Die objektive Philosophie erkennt das „Wahrheitsuchen an sich" als einen Irrtum. Nichts sucht Wahrheit, dagegen ruht nichts, bis es nicht vollendet ist. *Nach Vollendung des Menschen strebt die objektive Philosophie.* Darum sucht sie die „Weltgesetze" zu erkennen. Und auf einmal reißt der Vorhang, und die ganze weitere Aufgabe dieses Werkes, als des grundlegenden einer neuen Art von Wissen, ist in einem Satz sichtbar: Es will das Weltbild dieser gemeingültigen Gesetze im Umriß entwerfen.

Anmerkungen und Zusätze

1 (S. 4). Eleaten sind im besonderen der Philosoph *Xenophanes* aus Kolophon in Kleinasien, später in die phokäische Pflanzstadt Elea in Unteritalien eingewandert, etwa um 550 bis 500 vor unserer Zeitrechnung, ferner als eigentliches Haupt der Schule *Parmenides* aus Elea, angeblich Schüler des vorigen, und *Zeno* (um 500 geb.) als Schüler des Parmenides, sowie *Melissus.* Als ihr eigentliches geistiges Haupt gilt Parmenides, von dessen epischem Gedicht *περὶ φύσεως* bedeutende Bruchstücke erhalten sind. Darin stellt er den grundlegenden und seitdem aus dem

Weltdenken nicht wieder verschwundenen Begriff des Seins (τὸ ὄν) auf, der als Entität (von ens = das Ding) in der Scholastik die Wesenheit eines Dinges als eines Seienden bezeichnet. Bei den Eleaten (und von ihnen übernommenen bei *Plato)* hat das Sein allerdings eine Sonderbedeutung als des unveränderlichen Beharrens (weshalb dann alles Veränderliche als „Schein" gefaßt wird). Darum schließt *Parmenides* von ihm alles Werden, auch die Kategorien Raum und Zeit (damit auch Teilbarkeit, Bewegung, Verschiedenheit) aus, so daß als einzige positive Bestimmung ihm nur das Denken bleibt.

Damit ist ein Monismus geschaffen, der Sein und Denken identisch setzt. Näher umschrieben wird der Begriff noch durch *Xenophanes*, der den reinsten Monotheismus, noch dazu in einer von allen Anthropomorphismen völlig gereinigten Gestalt dadurch schafft, daß er in seiner berühmten Formel „ἓν καὶ πᾶν„ (Eins und Alles) Gott das Eins nennt. Parmenides und die Eleaten sind dadurch die ersten Bekenner einer objektiven Philosophie. Denn die Vorstellung eines Weltenseins wird von ihnen als Denkleistung, also durchaus biozentrisch erfaßt (ich denke die Welt; vgl. S. 36), ja die berühmten Beweise des *Zeno* zeigen schon die Widersprüche, in welche Erleben gegenüber dem „reinen Denken" führt (logisch könne es weder eine Vielheit noch eine Bewegung geben, während das Erleben solches konstatiert); damit ist eigentlich bereits der Tatsachenkomplex erkannt, auf dem die Lorentz-Minkowskische Relativitätstheorie fußt.

2 (S. 6). *Kants* Werk erschien 1751 anonym unter dem Titel: „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen abgehandelt". Im Jahre 1763 gab er einen Überblick seiner Theorie in der Schrift: „Einzig möglicher Beweisgrund zu einer Demonstration des Daseins Gottes." Aber auch diese blieb unbeachtet, und seine Naturgeschichte des Himmels fand erst Anklang, als sie 1791 der deutschen Ausgabe von *Herschels* „Bau des Himmels" beigelegt wurde. Da diese zeitlich ziemlich mit der populären „Exposition du Système du Monde" von *Laplace* zusammenfällt, erklärt sich die Sitte, von einer „Kant-Laplace'schen Hypothese" zu reden. Man muß sie aber gründlich trennen, wie es auch Sv. Arrhenius (Die Vorstellung vom Weltgebäude. 1909. S. 107) getan hat, um so mehr, als die vielbewunderte *Laplace*-Hypothese in der Form, in der sie hochgehalten wird, erst 1808 in der 3. Auflage seiner „Exposition" als Schlußnote erschienen ist. Die wahre Grundlage aller dieser Ideen ist bei *Buffon* zu finden, der eine lange Reihe von älteren Versuchen einer Welterklärung krönt. Deren wertvollster, der Diakosmos des *Demokrit* aus dem 4. Jahrhundert v. u. Z., ist leider verlorengegangen. Zusammenfassungen des Wissens ihre Zeit boten die Naturgeschichte des Plinius (1. Jahrh. n. u. Z.), die Werke des „doctor admirabilis" *Roger Bacon* (13. Jahrh.), der „Imago mundi" des Kardinals *d'Ailly*, der *Kolumbus* zu seiner Reise inspirierte.

3 (S. 11). Denken ist die Fähigkeit, Objektives in Subjektives zu verwandeln. Da es ein Denken *vor* aller Erfahrung für das Denken nicht geben kann *(Lockes:* nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu; gegen seine Behauptung hat man noch niemals Denkgründe geltend gemacht), werden also durch Denken die Objekte in Denkinhalte verwandelt, also den schon vorhandenen assimiliert. Denken ist mithin eine biologische Funktion, seine Elemente sind die einzige unmittelbar gewisse Lebenstätigkeit. Alle übrigen Erlebnisse werden erst mit seiner Hilfe erschlossen.

Wenn sich das menschliche Denken nicht auf diese Basis stellen würde, müßte es bei allem, was es unternimmt und was ihm an neuen Erscheinungen zur Beurteilung vorgelegt wird, noch nicht dagewesene, noch unbekannte, also „okkulte" Erkenntnisquellen voraussetzen. In keiner Wissenschaft, selbst in der Theologie und Metaphysik nicht (wo das Unterlassen der Begründung einer „okkulten" Erkenntnistheorie ein Verstoß und eine Methodenfälschung ist), hat der menschliche Geist das getan, sondern sich entweder offen, wie in den Naturwissenschaften, oder stillschweigend, wie in den übrigen Wissenschaften, vor allem im praktischen Leben stets auf den Boden einer empiristischen Erkenntnistheorie gestellt. Auch die größ-

ten Mystiker haben praktisch immer so gelebt, als ob sie dem Empirismus huldigten. Es wäre nämlich auch niemals möglich gewesen, ohne das irgendein Gesetz des Denkens hervorzubringen. Seine Gesetze sind ohne „Mechanismus“ undenkbar. Mechanik aber setzt Konstanz der Faktoren voraus; ein veriables Element darin, wie es aprioristische Denkinhalte sein müßten, hinderte die Wiederkehr gleicher Konstellation, also das Gesetzmäßige.

4 (S. 13). Von solchen seien als Gegenpole der Realmonismus von *J. G. Vogt* (Entstehen und Vergehen der Welt als kosmischer Kreisprozeß. 2. Auflage. Leipzig 1901) und *Fr. Lorinsers* kosmologische Theodicee (Das Buch der Natur, herausgegeben von *P. Rudolf Handmann* S. J., *Seb. Killermann* u. a., Regensburg 1920) erwähnt.

Vogt gibt einen erneuerten und konsequenten Materialismus, der alle Erscheinungen aus einem mechanischen Quale der von ihm als Axiom angenommenen „Weltsubstanz“ (aus einer hypothetisch angenommenen Verdichtung und Verdünnung) ableitet, zu dem Empfindung als innere, synchrone Begleiterscheinung tritt, die in gesetzmäßiger Äquivalenz dazu steht. Er legt den größten Wert auf die Begründung eines absoluten Realismus, der in der kategorischen Erklärung gipfelt: „Ein selbstherrliches Ich oder Subjekt existiert nirgends (im Menschen); es ist ein Pseudobegriff, der die kalte Gesetzmäßigkeit (der realen Welt) gnädig überdeckt“ (S. 965). Wenn auch die Möglichkeit einer absoluten Erkenntnis geleugnet wird, so ist damit dennoch der Gipfel des Glaubens erreicht, aus Sinneswahrnehmungen eine objektive gültige Welt bauen zu können, und *Vogts* Werk ist die derzeit letzte Ausprägung des reinen (übrigens auch ethischen) Materialismus. — *Lorinser* und seine Neubearbeiter versuchen das gesamte Naturwissen unter der (kirchlichen) Hypothese zu betrachten: „die Natur sei geschaffen von Gott, d. h. sie verdanke ihr Dasein dem allmächtigen Willen desjenigen, der in seiner unendlichen Weisheit und in seiner unbeschränkten Macht allein die Kunst besaß, die Natur . . . ins Dasein zu setzen.“ Ferner sei sie mit ihren Gesetzen, Erscheinungen und Erzeugnissen ein Reflex der unendlichen Vollkommenheit dieses Gottes (S. 16). Auch hier wird, wie bei *Vogt*, versucht, eine willkürliche Annahme heuristisch auszuwerten. Sie belädt die Naturgegenstände mit der Aufgabe, die Qualitäten unübertrefflicher Vollkommenheit, unendlicher Weisheit und Allmacht zu besitzen, eine Beweisführung, die den Verfassern trotz lebhaften Bemühens, die alte Physiktheologie neu aufzufrischen, nicht gelungen ist.

5 (S. 17). *Newton* sprach in Einsicht dieser Fehler seiner Theorie deshalb auch die Ansicht aus, das Sonnensystem könne nur beschränkte Dauer haben, die inzwischen wieder verlassen wurde. Dagegen half man sich durch Ignorieren der wechselseitigen Planetenwirkungen und begnügte sich mit „annähernden“ Lösungen der Probleme, indem die Rechnungen nur bis zur jeweils gewünschten Genauigkeit getrieben wurden.

Im übrigen freut man sich darüber, daß sich die „Störungen“ zum Teil vielfach gegenseitig aufheben, so z. B. bei dem Umlauf des Mondes, der eine saeculare Beschleunigung seiner Bewegung aufweist, wodurch er auf die Erde stürzen müßte. In Wirklichkeit kommt er der Erde nicht näher, und *Laplace* fand denn auch gegewisse Momente einer Kompensation. Mit *Lagrange* entdeckte er auch an den Planetenmonden, daß sie die Tendenz haben, selbst die gestörten Bahnen wiederherzustellen. Und diese mit dem Maschinengange eines mathematischen Gesetzes vollkommen unvereinbare „Selbstregulation des Kosmos“ blieb in der Astronomie bis jetzt bestehen.

6 (S. 22). Vgl. hierzu *M. Planck*, Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung, 2. Aufl., Leipzig 1913 und *S. Valentiner*, Die Grundlagen der Quantentheorie, 2. Aufl., Braunschweig 1919.

7 (S. 24). Hierin liegt auch eine Teilbestätigung des relativistischen Positivismus von *E. Mach*, *R. Avenarius* und *W. Schuppe*, der mit der objektiven Philosophie auf teilweise gleicher Basis ruht, wenn er sagt: „Es gibt keine Welt an sich, son-

dern nur für uns. Ihre Elemente sind nicht Atome, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen“ *(Petzoldt).* Aber getrennt sind beide Weltanschauungen dann sofort durch den zweiten der Hauptsätze des Empiriokritizismus, wenn dieser sagt: „Trotzdem müssen wir die Dinge nicht bloß subjektiv, vielmehr müssen wir die aus jenen Elementen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung in derselben Weise wie während der Wahrnehmung fortexistierend denken, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen.“

Diesen Nachsatz teilt die objektive Philosophie nicht; sie hält ihn vielmehr für eine unzulässige und unbegründete, willkürliche, aus dem „naiven Realismus“ des Materialismus stammende Hypothese, die ein „absolutes Sein“ voraussetzt. In diesem Punkt ziemt der menschlichen Erkenntnis nur ein bescheidener Agnostizismus. Die menschliche Erkenntnisfähigkeit hat nur die Fähigkeit der Auswahl aus dem „Sein“ zum Zwecke der Zoësis (der „menschliche Weltbegriff“ von *Avenarius* ist eine Annäherung an diesen Gedanken). Es wird ja gerade in diesem Abschnitt gezeigt, wie schon an den Grenzen der Zoësis alle Erkenntnisse schwankend und widerspruchsvoll werden, wie die Extrazoësis der Intrazoësis offen widerspricht. Es ist nur möglich, Wahrheiten in bezug auf das Individuum (das erkennende Subjekt) aufzufinden, absolute Wahrheiten sind dem menschlichen Intellekt unzugänglich. Der relativistische Positivismus verläßt also seinen eigenen Boden und widerspricht sich selbst, wenn er Aussagen nach Art seines zweiten Satzes positiver Natur über die „wahre Beschaffenheit“ der Welt macht, die durch den Kaufmannschen Versuch allein schon handgreiflich widerlegt werden.

8 (S. 25). Hier ist nicht weniger gegeben als ein Fundamentalbeleg der neuen Mechanik (auf den übrigens schon *Poincaré* hingewiesen hat). (*H. Poincaré*, Die neue Mechanik, Leipzig 1911.) Nicht genügend bedacht sind aber seine notwendigen Konsequenzen. Nichts anderes ist mit ihm festgelegt als die Tatsache, daß, in einem gewissen Sinn, das Licht den Weltraum und die Körperwelt erschafft. „Weltvorstellung“ ist hier das biologische Phänomen selbst. Denn es ist klar, daß das, was wir Lichtgeschwindigkeit nennen, nichts anderes als die im „Erleben“ begründete Eigenart unserer Empfindungswelt ist. Unsere Zeitvorstellung bedingt die Lichtgeschwindigkeit und zwingt uns die Gauß-Koordinaten für die Zurechtdeutung des Weltphänomens auf. Könnten wir „alles“ „auf einmal“ perzipieren, dann wäre die Welt „ein Gedanke“. So ist sie das Erleben unseres Denkens.

9 (S 26). Der Gedankengang von *Lorentz* war im wesentlichen dabei der folgende: Nur ein zeitloses (also de facto ein für unsere Vorstellungswelt unmögliches) Ereignis könnte in bezug auf ein System K fixiert werden durch ein Koordinatensystem x, y, z. Findet es aber in der Zeit statt, dann kommt dazu noch der Zeitwert t, der in die Rechnung eingestellt werden muß. Dieses Ereignis soll nun in einer Newton’schen Welt stattfinden. In unserer Erfahrungswelt (bezogen auf ein Koordinatensystem K) findet nun nach dem Fizeau- usw. Versuch dieses Ereignis anders statt. Seine raumzeitliche Fixierung wird durch die Werte x, y, z und t festgelegt. Das Problem ist nun, da sich beide (erfahrungsgemäß) nicht decken: wie groß sind die Werte x, y, z, t eines Ereignisses in bezug auf K, wenn die Größen x, y, z, t desselben Ereignisses in bezug auf K gegeben sind?

Das Problem läßt sich durch ein Gleichungssystem lösen in dem:

$$x^1 = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \qquad t^1 = \frac{t - \frac{v}{c^2} X}{\sqrt{t^1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y^1 = y$$

$$z^1 = z$$

Das ist die „Lorentz-Transformation“, die nun auf alle Fälle, in denen Newtonmechanik und Erfahrung nicht übereinstimmen, angewendet wird.

Das Gesetz des Seienden

Definiton des Seins — Sein als Erleben — *Herbert Spencers* Kategorien — Widerlegung des Realismus — Die gemeinsamen Gesetze von Natur und Kultur — Weltensein als physiologische Funktion — Die Singulation — Erlebnisse als komplexe Systeme — Analyse der komplexen Systeme — Die wichtigsten Singula — Das Problem der Form — Das Problem des Weltäthers — Eigenschaften des Weltäthers — Die Eliminierung des Ätherbegriffes — Der elementare Baustein der physischen Welt: das Quantum — Die kinetische Gastheorie — Der Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung — *Plancks* Untersuchungen über Wärmestrahlung — Das *Clausius*'sche Wärmeprinzip — Die Quantentheorie — Die Lichtquanten — Formbildung als elementare Notwendigkeit des Welterkennens — *Sterzingers* Knäuelungstheorie — Quantelung der Meereswellen — Die Quantenwelt — Elektron als Elektrizitätsquantum — Die Natur der Elektronen — Die Phänomene der *Crookes*'schen Röhren — Eigenschaften der Kathodenstrahlen — Die Lichtgeschwindigkeit hängt von der Raumvorstellung ab — Scheinbarkeit der Masse — Die Welt als Vorstellung — Das Atom ein komplexes System — Die Kanalstrahlen — Die *Hittorf*'schen Röhren — Die Zerlegung der Atomkerne durch *Rutherford* — Integrationsstufen der Singula — Das Sein zerfällt in Integrationsstufen — Kategorientafel der Integrationen — Die Moleküle als übergeordnete Stufe der Atome — Probiotische Eigenschaften der Kristalle — Die Integrationsstufen des Lebens — Integrationen im Bau und in den Eigenschaften der Muskulatur — Auftreten neuer Eigenschaften als Folge der Integration — Das Psychische als Integrationseigenschaft — Der Tod als Aufhören von Integrationseigenschaften — Gesellschafts- und Staatenbildung als Integration — Integrationseigenschaften der Erde als Singulation — Der Eigenschaftenkomplex des Geoids — Vulkanismus und Magmabildung als Integrationseigenschaft — Die Natur des Erdinnern — Schollenbewegungen als Integrationsgemeinschaft — Transgressionen und Gebirgsbildung als Regler der Lebensentfaltung — Die Entstehung des Menschen als Funktion des Weltkörpers — Pendulation als Integrationseigenschaft — Das Sonnensystem als höhere Integrationsstufe — Die Erhaltung der Energie als entsprechende neue Eigenschaft — Sonnenbildung als Integrationseigenschaft — Das Fixsternsystem als Integrationsstufe — Achsendrehung und Spiralbewegung des Sternsystems als neue Eigenschaften — Gruppenbildung von Sonnensystemen — Der Fixsternkörper und das Weltsystem — Die Nebelflecke als Weltsysteme — Der Kosmos als Integrationsstufe — Der Kreislauf der Entwicklung als neue Eigenschaft des Kosmos — Nebelsterne, heiße und dunkle Sonnen — Die Planetenphysik als Geschichtsspiegel der Erde — Ursprung der Meteoriten — Rolle der Kometen — Die Reïntegration der Integrationsstufen im Kosmischen — Es gibt kein Entwicklungsgesetz der Welt und keinen Weltuntergang — Dauer und Harmonié als kosmische Integrationseigenschaften — Die Integration der Vorstellungen: Gedanken und Werke — Die sieben Weltgesetze als die Ordner des Erlebens — Die Integration der Integrationen im Sein — Parallelismus der Integrationsstufen führt zur Voraussetzung hyperkosmischer Seinstufen — Die Zahl der Sterne — Der photographische Sternatlas — *Hermites* und *Newcombs* Schätzung des Weltganzen — Die *Seeliger*'schen Sterngesetze — Die Endlichkeit der „Welt“ — Endlichkeit als erkenntnistheoretische Forderung — Licht und Materie als psychologische Probleme — Die Endlichkeit als Forderung der

Biozentrik und der Relativitätstheorie — Die Gleichförmigkeit des Weltalls und die von *Newton* geforderte konzentrische Verdichtung — Die Form des „kosmischen Körpers" — Die Eigenschaften des kosmischen Körpers: Weltseele — Der Begriff von kosmischen Welten — Der objektive Gottesbegriff — Welt und Gott als seelische Geschöpfe — Analyse des Weltbegriffs — Der Identitätssatz — Definition der Naturgesetze und der Naturformen — Das Weltbild entsteht aus Störungen des Seins — Welt und Weltprozeß — Rechtfertigung der Eleaten — Das Gesamtsystem des Seins ist Leben — Der Weltprozeß ist Erleben — Unser Weltbild als seelische Selektion — Seine Besonderheit ist seine biozentrische Natur — Daher allgemeine Relativität und Teleologie der Seinsvorstellung — Daher die Übertragbarkeit der sieben Weltgesetze auf alle Kategorien des Erlebens — Beweisführung am Beispiel des Entwicklungsgedankens — Das biogenetische Grundgesetz und seine Wiederkehr im Geistigen dadurch erklärt — Erklärung der Inkonstanz und Umkehrung der Entwicklung — Die Rolle der Wissenschaft — Man kann nicht richtig leben, ohne die Gesetze der Welt zu kennen — Ergänzungen und Anmerkungen.

Unter allen Lebensgenüssen ist keiner so rein, intensiv und seinen ganzen Menschen erfordernd wie das Entdecken von Neuland. Einmal war es der elementare Lebensreiz, als jeder Schritt vor die Siedelung Unbekanntes, Gefahr und Abenteuer bedeutete. Jahrtausende hindurch lockte der Zauber fremder Länder, neuer Inseln und niebetretener Wildnisse die Kühnsten und Besten, und noch heute ist die Jungfräulichkeit der Erde nicht völlig besiegt. Aber inzwischen haben sich neue Welten erschlossen. Viele neue Länder des Wissens harren ihrer Entdecker, und die köstlichsten Lebensreize erblühen allerorten für die, welche sich der Mühe unterziehen, mit ihrem Forschen und Denken bis an die Grenzen des Bekannten vorzudringen. Wenn man in den Lebensbeschreibungen und Selbstbekenntnissen großer Forscher und Erfinder Bescheid weiß, wird man immer wieder finden, daß dieses Herrengefühl: der Erste zu sein in weitem, unbekanntem Land, bei jedem der eigentliche Lohn, die Lockung und Verführung gewesen ist, die ihn veranlaßte, sich härtester Arbeit zu unterziehen, auf alles andere zu verzichten, oft Gut und Blut für diesen einen Erfolg zu wagen.

In dieses Glück führt sich nun jeder ein, der mit mir geht, denn eine neue Welt des Erkennens liegt vor jedem, der sich in das hier Gesagte so einlebt, daß es ihm zur Überzeugung wird.

Was ist von der objektiven Philosophie erreicht worden? Der Begriff von „Welt" und „Sein" hat eine neue Geltung und Bedeutung gewonnen. Denn wenn die Grundlage des Erkennenkönnens Biozentrik, also relativ ist, dann hat das „Sein" einen anderen Sinn als vorher.

Das „Seiende" schlechthin gibt es dann nicht mehr; es ist eine leere und inhaltslose Abstraktion, nicht viel mehr als ein Wort, um diese leere Hülle zu bezeichnen. *Das „Seiende" hat dann nur in bezug auf den Menschen Sein;* es besteht nur aus Relationen zwischen ihm und seinem Begriff von den Dingen. Er ist sich dabei wohl bewußt, daß er von den *wirklichen* Dingen nichts weiß. Ihr wahres Wesen ist ihm prinzipiell und für immer verschlossen.[10]) Wohl aber sind eine Unmenge Aussagen möglich über

diese Relationen, unter denen Ordnung zu schaffen unsere erste Aufgabe sein muß, sollen sie uns nicht verwirren und erdrücken.

Herbert Spencer hat als fundamentale Ordnung hierfür vorgeschlagen, die psychischen Inhalte als Kundgebung des „Seienden“ oder Absoluten, wie er es nennt, in die zwei großen Aggregate der lebhaften Kundgebungen und der schwachen, das heißt des Objekts und des Subjekts zu sondern. Die lebhaften gehen unter den Bedingungen der Wahrnehmung oder Empfindung vor sich, sie sind die Originale, die schwachen dagegen unter den Bedingungen der Überlegung, der Reflexion, der Phantasie; sie sind nur Kopien.

Er kommt auf diesem Wege auch zu der Einsicht einer unbedingten Relativität aller Erkenntnis, und man muß diesem originellen, wenn auch mehr umfassenden als tiefen Denker die Ehre geben, daß er der Erste war, der unserer heutigen Auffassung Bahn brach, ohne sie, gleich *Kant*, wieder durch Metaphysik ungangbar zu machen. Wenn er aber dann, auf dem gleichen Wege weiterschreitend, zu einem unbedingten Materialismus gelangt, den er Realismus nennt, verläßt er wieder die Wege des objektiven Denkens.

Denn ebensowenig wie „Sein“ und das *principium indivuationis* für den objektiven Denker metaphysische Probleme sind, angesichts der Aussichtslosigkeit absoluter Begriffsbestimmungen, vermag er auch dem Gewebe der „Anschauung“ eine andere Realität und damit Materialität zuzuschreiben, als der, ein Faktor des „Erlebens“ zu sein.

Keinem Erlebnisse — und in solche verwandelt sich das ganze „Sein“ — kommt eine andere Bedeutung zu, als der einer Orientierung in bezug auf andere Erlebnisse. Das ist an sich Wichtigkeit genug und zwingt, jedes einzelne so ernst zu nehmen, als hätte es absolute Realität.

Es sind dabei sowohl die Originale wie die Kopien im *Spencer*'schen Sinn Erlebnisse gleichwertiger Art. Mit anderen Worten: der Aufbau und die Gesetzmäßigkeit der „Welt“ wird sowohl von den Erlebnissen innerer Art, von den Ideen, Vorstellungen, von dem bloß Gedachten, wie von denen äußerer Natur, nämlich von den Objekten, beeinflußt. Von jedem in dem Grade, der ihm im Zusammenhang mit dem Weltganzen zukommt.

So stellt sich Einheit von Denken und Erfahrung unter der höheren Kategorie des Erlebens her, und den Begriffen „Sein“ und „Welt“ (als geordneter Kosmos des Seienden) ist ein neuer, weder bei den Idealisten noch bei den Realisten vorhandener Sinn gegeben.

Dies ist ein so grundlegender Gedanke, daß ich nicht ruhen kann, bis ich mir die Gewißheit verschafft habe, von jedem meiner Leser auch richtig verstanden worden zu sein.

Man kann sich davon überzeugen, daß man weiß, was die objektive Denkungsart will, wenn man sich folgende Fragen beantwortet: Was bedeutet eine philosophische Leistung, zum Beispiel *Kants* Einsicht, daß Raum und Zeit nur Hilfsmittel des Erkennens sind, für die Menschheit? Und was bedeutet die Existenz der Elektrizität für sie?

Nach der idealistischen Denkungsart hat das erstere eine bedeutend größere Wichtigkeit für den Menschen; es gehört in die wirkliche Welt, während elektrischer Strom, wie alle Naturdinge, zu dem vergänglichen und täuschenden „Schleier der Maja" zählen, der von dem Intellekt leider nicht völlig übersehen werden kann, weil er nun einmal an die, vom idealistischen Standpunkt ohne Bruch nicht verständliche, jedenfalls überflüssige Körperlichkeit gebunden ist. Überflüssig erscheint dem idealistischen Philosophen diese Körperlichkeit deshalb, weil er sich sehr wohl Geist ohne Körper, reine Ideen, bloße Gedanken vorstellen kann, ohne dazu irdisch greifbare, geformte Medien zu brauchen. Der Idealismus hat daraus eine Tugend gemacht, auf die er stolz ist. Auf diese Weise entstand der Hochmut des reinen Denkens, der in der Menschheitsgeschichte so viel Schuld auf sich geladen hat. Und nur so war das einem unbeeinflußten Kopf völlig Unfaßliche möglich, daß man die Welt mit reinen „Geistern" bevölkerte, an deren Existenz Tausende unverbrüchlich glauben, von deren Einem, den man mit den vier Buchstaben Gott bezeichnet, sich das Empfinden und Denken der Menschen, nachdem es sich während vieler Generationen daran gewöhnt hat, nicht trennen zu können glaubt, ohne seine besten Fähigkeiten zu verlieren. Wenn einer glaubt, die Klärung, Kritik und Wahl philosophischer Begriffe sei eine müßige Beschäftigung für besonders dazu geeignete Köpfe oder freie Stunden, der denke nur an die Gottesidee. Denn sie, und was nun daran hängt, Religion, Kirche, der vielen Zehntausend Menschen Brot liefernde Beruf des Theologen (Theologe = ein Mann, der sich mit der Gottesidee beschäftigt), die Millionenwerte, die in Kirchenbauten, frommen Stiftungen, Kirchensteuern angelegt sind, Religionskriege, Verfolgungen usw., das alles ist nichts anderes als ein einmal ersonnener philosophischer Begriff, der weder weniger noch mehr Sinn hat als ein anderer, etwa der von Materie, Gesetz oder Leben, und sich von ihm nur dadurch unterscheidet, daß er wirklich volkstümlich geworden ist. Wenn sich das Volk mit philosophischen Ideen wirklich beschäftigt, dann macht es eben Dinge daraus, wie sie aus den Religionen in heidnischer und christlicher Zeit geworden sind.

So müßte ein idealistischer Philosoph sprechen, wenn er ganz folgerichtig und ohne Angst vor seiner „Gemeinde" wäre. Ein materialistischer hätte eine grundsätzlich andere Antwort auf die aufgeworfenen Fragen bereit.

Ihm ist *Kants* Leistung für die wirkliche Welt eigentlich bedeutungslos. Auch für *Herbert Spencers* Realismus, wie für *Ernst Häckels* Monismus gilt das, weshalb auch die beiden Weltanschauungen von *Kants* Entdeckung nicht den geringsten Gebrauch machen. Hätte *Kant* nichts entdeckt, der Realismus und der Monismus könnten ebenso bestehen. Ihr Erkennen beruht ja gar nicht auf einer kritischen Prüfung der Sinneswahrnehmung, sondern auf einem einfach „für wahr halten" dessen, was die Sinne sagen. Also müßte der realistische Denker, wenn er ganz ehrlich ist, antworten: *Kants* Leistung gehört in das Gebiet der Philosophie. Die aber, sowie die

gesamten Geisteswissenschaften gehen mich und mein Weltbild nichts an. Dagegen ist die Existenz der Elektrizität eine von meinen Erkenntnisquellen wohlbezeugte Tatsache, auf der zahllose Wohltaten für das Menschengeschlecht beruhen.

Unter „Wohltaten" versteht nämlich die Sprache des Realismus die Möglichkeit von Fabriken bauen, Industrien begründen, Geld verdienen, rascher fahren, dunkle Räume beleuchten, Farbstoffe und Chemikalien herstellen und was derartig rein materielle Dinge mehr sind. Deshalb fordert und erhält der naturwissenschaftliche Materialismus von Staat und Industrie namhafte Mittel zur Errichtung von Forschungs- und Lehrstätten, um diese „Wohltaten" immer mehr ausbreiten zu können, und Menschen, welche die Zusammenhänge nicht durchschauen — und das sind neun Zehntel von allen — preisen die steten „Fortschritte" von „Wissenschaft und Technik", die dadurch entstehen, und beklagen in gleicher Stunde die immer mehr überhandnehmende Verflachung der Geister und das Umsichgreifen der grobmateriellen Denkungsweise. Wie anders stellt sich nun der objektive Denker den gestellten Fragen gegenüber?

Die erkenntniskritische Selbstbesinnung *Kants* ist einer der grundlegenden Bestandteile für das Weltbild der objektiven Philosophie. Sie ist ebensowenig möglich ohne diese Einsicht, wie man kein Schiff bauen kann ohne Material. Aber ebenso wichtig sind ihr auch die Zusammenhänge zwischen den Erlebnissen, die man als Gesetze elektrischer Wirkungen zusammengefaßt hat. Der objektive Denker gibt keinem der beiden „Bezugssysteme", weder dem erkenntniskritischen noch dem physikalischen — ins Große verallgemeinert — *weder den Geisteswissenschaften noch den Naturwissenschaften einen Vorrang*. Im Erleben greifen beide stets durcheinander; sie verweben sich zu einem einzigen untrennbaren Komplex, in den eine Lücke gerissen würde, wollte man daraus irgendeine Beziehung des Geistigen oder Natürlichen weglassen.

Dem objektiven Denken wird es dagegen zum erstenmal klar, was sowohl Realisten wie Idealisten naturgemäß übersehen mußten, daß es für beides, wie man es nun auch bezeichnen mag, ob Geist und Körper oder Kultur und Natur, *gemeinsam gültige Gesetze gibt*, nämlich die seines erkennenden Ichs, die sich als Biozentrik (mit ihrer einen Konsequenz Relativität) daher in allem wiederfinden und seinem „Weltbild" die Prägung geben müssen.

Er weiß zugleich, daß dem menschlichen Intellekt alles verschlossen ist, was über das biozentrische Erkennen hinausgeht. Hier ist kein Spekulieren möglich. Er erfährt von dem Gesamtkomplex des Erlebenkönnens doch nur das Lebensnotwendige, das Nützliche oder Schädliche und kann mit seinem Innenleben und Willen wieder nichts anderes, als es in seiner Ideenwelt „kopieren" und es hinausprojizieren. Darum hat er auch die Überzeugung, *daß Natur und Kultur, Erkennen und Gestalten, Wissen und Handeln unter dieselben Gesetzmäßigkeiten fallen*, und sucht den Einklang zwischen seiner Erkenntnis- und Tätigkeitswelt herzustellen, wohl wissend,

daß sonst die beiden die Mühlsteine sind, deren Reibung ihn, „das Lebendige", zerreiben würde.

Und so baut sich ihm Innen- und Außenwelt nach gleichem Gesetz, wirklich wie Original und Kopie auf, und *jede Erfahrung hat in diesem Weltbild ihr „Sein" als Verbindungspunkt anderer Beziehungen, von denen sie abhängt, und auf die sie selbst auch wirkt.*

Habe ich es nun klargemacht, worin der große Unterschied der objektiven Philosophie beruht, sowohl zu den idealistischen Denksystemen, wie gegenüber dem Materialismus und Realismus? Und bedarf es noch weiterer Erörterungen, was unsere Denkungsart unter dem Begriff des „Seins" versteht?

Wenn es mir gelungen ist, meinen Begriff vom Sein klar zu machen und vor Mißdeutungen zu schützen, dann ist der Weg frei, um sich von den „Originalen" unserer Welt, nämlich von den Wahrnehmungen, belehren zu lassen über die gesetzmäßigen Zusammenhänge dieses Seins. Sie sind es, für die ich den Namen *Gesetz des Seins (Entitätsgesetz*)* vorschlage.

Wir treten aus der Einsamkeit des Denkens hinaus in die mit tausend bunten Dingen lockende Welt. Was ist's, was wir überall erblicken, hören, fühlen, was uns so sehr in Beschlag nimmt und umdrängt, daß die meisten Menschen zeitlebens nicht diesem Bann entrinnen und auch nur auf kurze Zeit zum eigenen Nachdenken darüber kommen? Die Sinnesbeziehung ist's, das Anschaulichste und Oberflächlichste des Erlebens. Die *Eigenschaften* des Weltbildes sind das jedem sichtbare.

Wenn man ein Wort, das eine Eigenschaft bezeichnet, ausspricht, hat man damit schon Gedankenarbeit geleistet und ein Urteil gefällt. Man hat dem fließenden, ununterbrochenen Strom des Lebensempfindens eine neue Beziehung beilegt, die offenbar nicht in ihm selbst vorhanden, sondern nur ein Hilfsmittel ist, um uns das Erleben anschaulich und faßbar zu machen. Wir haben das Weltbild durch den Begriff Eigenschaften zerstückelt.

Wir haben den Monismus des Erlebens in einen Pluralismus der Prüfungen verwandelt. Das ist der Moment, in dem das Netz von Raum und Zeit über die Welt geworfen wird, in dem aus der Ausdeutung der Raumvorstellung Umgrenzung, damit also Formen, Tiefenwahrnehmung, damit also Körperlichkeit und Materie aus der Differenz der Empfindungen geschaffen wird. Mit dieser Funktion wird aus dem Nacheinander der Vorstellungen ein Nacheinander der vorhin gebildeten „Dinge", das dann wieder in der Beschränkung des seelischen Mechanismus zusammenfließt in Bewegung und Geschehen; aus der Folge leuchtender Eindrücke werden Lichtstrahlen und Licht- sowie Farbenkontinua, aus dem Nacheinander der „Bilder" und „Erfüllungen" wird der sprechende, tanzende, farbige, uns in seinen Strudel reißende Kinematograph, an dessen Eintrittspforte warnend und lockend zugleich steht: Erleben.

*) Von ens = Ding, aber nicht zu verwechseln mit dem Entitätsbegriff der scholastischen Philosophie.

Durch diese physiologische Funktion (denn werden wir uns doch nur klar, all diese Zauberei ist physiologischen Gesetzen untertan, daher von dort aus zu erforschen) wird das „Erlebte" in einem Aufbau aus verschiedenen Teilen, in ein komplexes System verwandelt, das in Zeit und Raum gegliedert ist. — „Weltensein" besteht von nun an aus Dingen und Eigenschaften, das Wunderbare der Individualisation oder Singulation*) hat sich vollzogen.

So viel Einsichten drängen sich zu in dem Augenblick, in dem man diesen Satz ausspricht, das man Mühe hat, sie in logischer Ordnung zuzulassen.

Das Wichtigste dieser Gedanken ist wohl, daß mit dem Begriff komplexes System, der schon sehr genau durchdacht ist von Seite der Analytiker, ein ganzes Bauwerk wertvoller Arbeitsmöglichkeiten aufgestellt wird. In jedem komplexen System herrschen ewig wiederkehrende Regeln. So vor allem die, daß eine feste Beziehung zwischen dem Ganzen und den Teilen besteht. Das All affiziert den Teil. Die Teile beeinflussen sich gegenseitig. Wodurch? Offenbar durch zweierlei. Durch ihre Eigenschaften und durch deren Summe.

Demgegenüber sieht sich der Teil, um als solcher im Sein beharren zu können, gezwungen zur Singulation. Singulation ist dabei nur ein anderer Ausdruck für den „Teil" selbst. Das ist der Wahrheitsgehalt des Satzes, den sich hierfür die Naturwissenschaft prägte, wenn sie sagt: „Alle einzelnen geformten Körper, die einen bestimmten Raum einnehmen, entstehen als Individuen oder Singula durch einen physikalischen Prozeß, die Singulation. Dieser besteht darin, daß eine formlose Masse in räumlich umgrenzte, individuelle Teile zerfällt."

In Wirklichkeit ist natürlich die Singulation nicht bloß ein physikalischer, sondern ein physiologischer Prozeß im Erkennen. Sie vollzieht sich ebensogut auch in unserem seelischen System, das ebenso ein komplexes System ist, wie die von ihm zurechtgemachte „physische" Welt. Gerade weil die Singulation auch dem Innenleben anhaftet, ist bewiesen, daß sie jenen „übergeordneten" Beziehungen angehört, welche dies objektive Denken als Weltgesetze bezeichnet. Es zerfällt demnach auch der Komplex des Innern in Singula, das heißt in diesem Fall in Vorstellungen, Empfindungen, Gedanken, Begriffe, Urteile usw., für welche die Gesetze der Individuation ebensogut gelten wie für die physikalischen Singula. Als solche unterscheidet man herkömmlicherweise in den Flüssigkeiten die *Tropfen*, in den Emulsionen die luftgefüllten *Blasen*, wie etwa die Seifenblasen, oder im Lebensstoff die *Vakuolen*, in der ungeformten Materie die *Körner*, in der geformten die *Kristalle* und die *Zellen*. In der übermenschlichen Natur sind Singula endlich noch die *Weltkörper* und schließlich noch die etwas schwankenden Begriffe der *Nebelflecke* und *Sonnensysteme*.

---

*) *E. Häckel*, der zugleich einer der größten Sprachmeister wissenschaftlicher Ausdrucksweise ist, hat ganz recht, wenn er vorschlägt, statt des neunsilbigen Wortungetüms Individualisation das gleichbedeutende, aber handlichere Wort Singulation zu gebrauchen. So soll es hier gehalten werden.

Alle diese Gebilde, sowohl die innerlich, wie die äußerlich erlebten, sind individualisiert, das heißt sie besitzen ihre Sondereigenschaften.

Zu diesen gehört bei unverändertem Sein als vielleicht ausschlaggebendes Merkmal die *Form*. Wenn es im System, dem sie angehören, zu Veränderungen kommt, dann tritt noch eine sehr hervorstechende Eigenschaft an ihnen auf. Und das sind die *Prozesse*, die nicht ruhen, bis nicht die Ruhelage vor der Verschiebung wieder hergestellt ist.

Individuum, Form, Prozeß und dadurch Aufbau von Systemen, diese Begriffe beherrschen durchgängig die Welt unseres Erlebens, und so kommt es in ihr nach einheitlichem Gesetz zu Sein und Geschehen.[11]) So läßt sich der Satz verfechten, daß alles, was in unserem Welterleben sich mit dem Prädikat des Seienden schmückt, auch in die Form der Singulation geprägt sei.

Und wirklich, man mag suchen, soviel man will im weiten Umkreis der Wahrnehmungen, überall ist das Sein entweder in stoffliche Grenzen eingezwängt oder wenigstens in Formen geprägt, wenn es sich so wie die Welt der Vorstellungen dem physikalisch Meßbaren entziehen sollte. Nur ein Einziges bildet hiervon eine Ausnahme und fügt sich nicht in das Gesetz des Seienden. Das ist der Begriff des *Weltäthers*, wie er sich seit nun fast zwei Menschenaltern in der Physik herausgebildet hat und gerade jetzt im Für und noch mehr im Wider heftigster Erörterungen steht. Die große Einheit unserer Weltidee, die sich mit jedem Gedanken, den sie in ihren Kreis zieht, aufs neue erweist, gestattet es freilich, mit voller Gewißheit zu sagen, daß dieser Streit nur *ein* Ende haben kann: nämlich die Einsicht, daß es einen Weltäther, diesen Widerspruch in sich selbst, nicht gibt, daß er kein anderes „Sein" habe, als das einer Vorstellung.

Wann die Physik von diesem Überbleibsel mittelalterlich-scholastischer Hirngespinste endgültig befreit werden wird, hängt von menschlich-zeitbedingten Verkettungen ab, ist also nicht vorherzusagen; dagegen ist nicht der geringste Zweifel möglich, daß der Weltäther nur ein Asyl der Unwissenheit ist, das nicht aufrechterhalten werden kann, sowie man bessere Einsichten in den Weltprozeß erwirbt.

Entstanden ist er aus Verlegenheit zur Zeit, als der Mensch sich zuerst in den Verhältnissen der Extrazoësis zurechtzufinden suchte und merkte, daß sich die „biologischen Begriffe" nicht so ohne weiteres auf das Weltall übertragen lassen. Man konnte sich namentlich die Übertragung von Licht von der Sonne und ihren Fixsternkollegen her nur auf eine zoëtische Weise vorstellen, indem man annahm, die Lichtstrahlen seien Wellen. Wo aber Wellen sind, da muß „etwas" in Wellenbewegung geraten. Für dieses „etwas" erfand man den wohlklingenden Namen Weltäther oder Lichtäther.

Wenn man aber einmal ein Wort hat, muß sich dabei auch etwas denken lassen. Und so avanciert der Weltäther alsbald zum Grundstoff des Seins. Noch um 1907 gibt es Werke, die ihn nicht nur für real, sondern auch für etwas Greifbares erklären. Lord *Kelvin*, einer der ehrwürdigsten Namen der

Physik in England, meint, „Materie“ sei eben nichts anderes als unfaßbar kleine Wirbel oder Wirbelringe im Äther. Man gibt sich artigen Spekulationen über seine Natur hin und schreibt ganz ernsthaft, daß der Äther nicht molekularer Natur sein könne, da ja Moleküle nur 0,000 002 mm messen, während die in ihm stattfindenden Lichtwellen dagegen 0,0004 mm, die Wärmewellen sogar 0,07 mm lang sind.

Diese kleinen Angaben haben ihren wahren Wert darin, daß sie so recht augenfällig zeigen, wie versunken in den gröbsten Materialismus die naturwissenschaftliche Denkungsart noch bis vor kurzem gewesen ist. Auch noch 1911 steht in sehr ernst zu nehmenden physikalischen Werken, daß der Weltäther eine „wirkliche physikalische Substanz“ sei. Als seine „Störungen“ werden angesehen nicht nur das Licht, sondern auch die Wärme und die Elektrizität, die man alle als „rhythmische Änderungen“ seiner Wesenheit ausgibt.

Aber im gleichen Atem gibt man zu, daß diese „Substanz“ substanzlos sei, daß sie sich mit keinem Mittel nachweisen lasse; sie ist unwägbar und gehört nicht zu den chemischen Stoffen. „Auf den Weltäther sind die beiden fundamentalen Begriffe der Physik der Materie: Undurchdringlichkeit und Beweglichkeit, überhaupt nicht anzuwenden; er ist ungreifbar und unbeweglich.“[12]) Er ist zwar keine Materie, aber „Materie“ ohne Zusammenhang mit dem Weltäther gibt es nicht. Um sich vorzustellen, daß Äther und Atome trotzdem für einander durchdringlich sind, wie es nach den obigen Annahmen vorausgesetzt werden muß, gibt es für diese Denkungsart nur eine Möglichkeit. „Das Raumteilchen, das von einem Atom erfüllt ist, muß gleichzeitig auch Äther sein. Das Atom ist dann also weiter nichts als ein bestimmt begrenztes Gebiet singulären Verhaltens im Äther.“

Ich habe mit Bedacht einige Hauptsätze aus der „Wissenschaft vom Äther“ hierher gesetzt, um zu zeigen, wie wenig sich manche Forscher verpflichtet fühlen, sich ein logisch brauchbares Weltbild vor Augen zu halten.

Vom Lichtäther glaubt man also, daß er gleichzeitig Materie sei (denn das Atom ist ein Stück Äther) und keine Materie sei; man schreibt einem Etwas, das mit keinem Mittel nachweisbar ist, merkbare Eigenschaften zu.

Kurz, auch ohne die objektive Denkungsart hätte man den Ätherbegriff in einer logisch gereinigten Physik wegen seiner inneren Unmöglichkeit aufgeben müssen. Man hat es aber erst getan unter dem Zwange der Relativitätstheorie; nicht Vernunft, sondern eine neue Hypothese hat die alte Hypothese verdrängt. Die rechnerische Beseitigung der Schwierigkeiten, die Lichtausbreitung zu verstehen, hat die Physiker den Äther als das erkennen lassen, was er ist, als einen Hilfsbegriff, der in dem Augenblick weggeworfen wird, in dem man gleichwertige Stützen hat, die nicht das sacrifizio dell'inteletto fordern. Aber es ist ein lehrreiches Beispiel, welch bescheidene Rolle das folgerichtige Denken heute noch in den Naturwissenschaften spielt. Denn wie konnte man sich so weit von den elementarsten Forderungen des Gesetzes vom Seienden entfernen, einer Vorstellung ein physi-

sches Sein zuzuschreiben, die man mit gar keinem stofflichen Prädikat ausstatten kann! Indem man sich diesen Satz überlegt, erkennt man erst, woher der Begriff des Äthers stammt. Er ist das Produkt einer Vermengung der Weltanschauungen. Auf einen Begriff aus der Welt des Idealismus, auf eine Idee wollte man materialistisch die Welt des Stofflichen aufbauen. Man hat also wohl geglaubt, man könne eine Idee materialisieren.

Nach der Eliminierung des Ätherbegriffs, dessen einzige „Lebensnotwendigkeit" aufgehört hat, seitdem man das Licht wieder körperhaft, quantenmäßig faßt (vgl. S. 28), ist die ganze Welt der Vorstellungen einheitlich aus Singula und deren Verbindungen aufgebaut.

Prüft man aber die schon genannten Begriffe, wie Tropfen, Körner, Kristalle, Zellen, Vakuolen, Weltkörper, Sonnensysteme, so befriedigen sie keineswegs die erste aller Denkforderungen, nämlich die nach Einfachheit. Namentlich in zwei Beziehungen sieht sich das Denken gezwungen, sie zu vereinfachen. Sie alle stehen miteinander in dem Verhältnis, daß sich das eine sehr wohl als Teil des andern denken lassen kann. Die Vakuolen und Körner sind Bestandteile der Zellen, diese mit allen übrigen wieder solche der Weltkörper. Man hat also in diesen Dingen nicht elementare Ausformungen des Seienden vor sich, sondern sieht, daß hier noch ein Gesetz wirksam ist, das an sich mit dem der Singulation nichts zu tun hat. Aber auch davon abgesehen ist keines dieser Individuen wirklich das, was wir suchen: der elementare Baustein der Welt.

Wohl drängt sich da sofort der Begriff des Atoms zu, und vor einem Menschenalter hätte man sich unbedenklich damit zufrieden gegeben. Aber heute weiß man sowohl von Zerreißungen des Atoms im radioaktiven Prozeß, man kennt auch eine Zusammensetzung des Atoms nach Art eines kleinen Sonnensystems. Man muß also tiefer graben, will man auf die Einheit stoßen, aus der die Welt des Seins sich aufbaut.

Da bietet sich denn die neueste physikalische Forschung zum Führer an und hat uns mit einer Wesenheit bekannt gemacht, die an Einfachheit wohl kaum mehr unterboten werden kann, es sei denn durch die Einheit dessen, was sie noch als Vielheit faßt.

Die elementarste Existenzmöglichkeit, welche uns die Anschauung derzeit bietet, ist das Quantum. Dies ist vielleicht die wichtigste Bedeutung, welche die Quantenlehre gegenwärtig besitzt, um so wichtiger, als der Begriff auch auf dem Gebiet durch keine Sinneswahrnehmungen gestützten Vorstellungen seine Gültigkeit und elementare Bedeutung behält, wie sofort nachgewiesen werden soll, *das Quantum also wirklich das Elementare unserer „Welt" zu sein scheint.*

Mit dem Begriff „Quantum der Physik" schlägt sich eines der merkwürdigsten und farbenreichsten Blätter im großen Bilderbuche der Natur auf. Es wurde bereits auf Seite 13 darauf hingewiesen, daß es sich hierbei um Untersuchungen handelt, die an den grundlegenden Satz der statischen Mechanik, nämlich den von der gleichmäßigen Energieverteilung, anknüpfen.

Dieser Satz will nun folgende Erfahrung zum Range eines Gesetzes erheben: Wenn man die Masseteilchen eines Gases in einem geschlossenen Behälter auf ihre Bewegungen verfolgt, die anfangs als ein durchaus regelloses Durcheinanderschießen erscheinen, erkennt man nach sehr langer Beobachtungsdauer, daß die durch sie ausgeübte Wirkung vollkommen gleichmäßig ist, so daß sich die Energie dieses Gases auf die Dauer nicht ändert.

Ich bin mir bewußt, in diesem Satz mehr Faßlichkeit als Korrektheit angestrebt zu haben, brauche ihn aber, um von ihm aus auch die an Abstraktes nicht gewöhnten Köpfe zu einem Verständnis der sogenannten *kinetischen Gastheorie* zu führen, in welche diese Erfahrung mündete.

Diese Theorie, welche von allergrößtem Wert ist, um das mechanische Verhalten der Körper berechenbar zu machen, nimmt an, daß ein Gas aus einer überaus großen Zahl von Molekülen besteht, die in sehr lebhafter Bewegung begriffen sind. Sie sind in so lockerem Verband, daß Kräfte zwischen ihnen nicht in Betracht zu ziehen sind. Deshalb erscheint das Gesamtgebilde ja auch so luftig, formlos, eben: gasförmig. In einem solchen Gas bewegt sich nun nach der Theorie jedes Masseteilchen zunächst einmal mit gleichbleibender Geschwindigkeit geradlinig fort. Es ist aber selbstverständlich, daß in einer Welt der Vielheit der einzelne nicht ungestört für sich bleiben kann. Es müssen häufig einzelne Teilchen, das heißt Moleküle zusammenprallen, zum mindesten muß ein Anprall an die Wand des Gefäßes erfolgen. Die natürlichste Annahme ist nun, daß sich die Moleküle wie elastische Kugeln verhalten, also etwa wie Billardkugeln. Diese nehmen nach einem Stoß eine andere Richtung an, in der sie sich wieder mit gleichbleibender Geschwindigkeit fortbewegen. Jedes Molekül wird so eine Zickzackbahn beschreiben, die es mit sehr verschiedener Geschwindigkeit durchläuft.

Indem nun die Moleküle an der Wand des Gefäßes auf diesem Wege anprallen, üben sie durch ein wahres Trommelfeuer von Stößen auf diese Wand eine Wirkung aus, die als Druck meßbar und daher dem Experiment zugänglich ist.[13]) Dieser Druck ist bald als konstant erkannt worden, und darauf ruht die Folgerung, daß alle Moleküle eine sich gleichbleibende mittlere Geschwindigkeit besitzen. Wie man aus lange Zeit hindurch fortgesetzten Beobachtungen ableiten kann, sind die Mittelwerte der einzelnen Glieder eines solchen Molekülsystems untereinander gleich.

Das ist der Satz von der *gleichmäßigen Energieverteilung*, einer der grundlegenden Sätze, auf dem man mit unbedingtem Vertrauen die ganze kinetische Gastheorie, diese herrliche Lehre aufbaute, die uns über die unsichtbare Welt der Moleküle ganz genaue Vorstellungen geliefert hat, einfach durch die Verwertung beobachtbarer Bewegungen ohne, wie ein namhafter Physiker sehr hübsch sagt, die unverstandenen mystischen „Kräfte“ gewissermaßen als Götter einzuführen. Um so schmerzlicher ist es daher, daß gerade dieser Satz mit gewissen neueren Beobachtungen nicht mehr vereinbar ist.

Aus ihm leitete sich die Überzeugung ab, daß die Energie (denn was für

4*

die kinetische [= Bewegungs-] Energie der Gase gilt, trifft natürlich für den Begriff Energie überhaupt zu) die Eigenschaft besitze, auch in periodischen Vorgängen, also in Prozessen aller Art stets in einem ständigen Strom ihre Arbeit zu verrichten. Diese Überzeugung ist überhaupt nichts anderes als der Energiesatz mit anderen Worten ausgedrückt.

Es gibt nun in der physikalischen Literatur ein Werk, das in der ungeschmückten und wahrlich nicht künstlerischen Sprache reiner Wissenschaft die spannende Geschichte erzählt, wie man dazu kam, diesen Satz von dem kontinuierlichen Strom der Energien aufzugeben. Es ist die „Theorie der Wärmestrahlung" von dem Berliner Physiker *M. Planck*, die jeder lesen muß, dessen Beruf diesem Teil der Weltgesetze näher steht. Darin wird etwa folgendes gesagt:

Als man den Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung auf die Ergebnisse von Versuchen mit strahlender Wärme anzuwenden versuchte, geriet man auf krasse Widersprüche mit der Erfahrung und überzeugte sich, daß zunächst für das Gebiet der *Wärmestrahlung* die Vorstellung vom kontinuierlichen Strom der ausgetauschten Energien gewiß nicht anwendbar ist. Der Begriff der Wärmestrahlung ist aber jedem geläufig, der je im Winter in die Stube trat und sich am frisch geschürten Ofen ob der Wärme freute, die ihm sofort zustrahlte, bevor sich noch die Luft des Zimmers erwärmte.

Gerade diese Wärmestrahlung ist einer der Vorgänge, für die man den hypothetischen Weltäther brauchte, und er hat die Naturforscher schon deshalb auf das lebhafteste angezogen, da seine Beobachtung sehr bald zu der Unglück verkündenden Erfahrung führte, daß durch sie Wärme immer nur von höherer zu niederer Temperatur übergehe, niemals aber umgekehrt *(Clausius*'sches *Wärmeprinzip)*, woraus man sehr verhängnisvolle Schlußfolgerungen für die Zukunft des Weltalls ziehen zu müssen glaubte.

Im Jahre 1859 — dem denkwürdigen, das plötzlich auf allen möglichen Gebieten die Entstehung des modernen Denkens einleitete — veröffentlichte *Kirchhoff* seine epochemachende Abhandlung über das Ausstrahlungs- und Aufnahmevermögen der Körper für Wärme und Licht, in der er nachwies, daß das Verhältnis zwischen diesen beiden bei gleicher Temperatur stets gleich bleibe. Diesem Verhältnis forschte man in immer wiederholten Arbeiten vierzig Jahre lang nach und fand dabei Verschiebungen der Maximalwerte der Strahlungsenergie, die sich mit den Forderungen kontinuierlicher Energieabgabe in keiner Weise deckten. Die Beobachtungen ließen sich nur erklären, wenn man annehmen wollte, daß die Energie der Strahlung nur in bestimmten Mengen, das sind Quanten, an den absorbierenden Körper weitergegeben und von diesem ebenso quantenweise zurückgestrahlt werden kann.

Das ist der Inhalt der Quantenhypothese, die *M. Planck* etwa seit 1900 in wiederholten Versuchen aufbaute, und die seitdem auf allen möglichen Gebieten des physikalischen Geschehens durchgeprüft und vielfach bestätigt

wurde. An ihrer Brauchbarkeit und Nützlichkeit läßt sich demnach nicht mehr zweifeln. Dagegen kann man sich noch immer keinen rechten Begriff machen. wie man sich die Form der quantenhaften Energieübertragung vorstellen soll. *Einstein,* der auch hier versuchte, die schöpferische Leistung mit seinem praktischen Verstande zu erweitern, forderte, die Energie der Strahlung ganz unabhängig vom Materiebegriff als elementare Wesenheit *(Lichtquanten)* anzusehen. Er gab sich Bildern hin, als sei eine „zellige" Struktur des Lichtes denkbar, jedenfalls eine korpuskulare und materielle, so, wie schon seinerzeit *Newton* vermutet hatte, der das Licht für eine Art Ausschleuderung von Teilchen hielt.

Man hat durch die Aufgabe des Begriffes Lichtäther die Freiheit zu solcher Annahme, durch die Relativitätstheorie den Zwang und die Quantenlehre auch die Neigung. Tatsächlich wird an Stelle des alten Glaubens vom Licht als Wellenbewegung eines unbekannten „Etwas" eine andere Ansicht gewählt werden müssen, und sie kann kaum anders lauten, als daß das Licht quantenhafter Natur sei. Von der philosophischen Seite wird dies nachdrücklich gefordert, ja einfach zwangsläufig behauptet. Vorerst hat das allerdings noch seine Schwierigkeiten, namentlich durch das Phänomen der Beugungserscheinungen des Lichtes *(Interferenz),* das bisher eine der Hauptstützen der Wellentheorie war, weil man dadurch auch die Wellenlängen messen konnte. Mindestens würde man dadurch gezwungen sein, anzunehmen, daß die Quanten sehr groß sind, unter Umständen Elementarsingula der Energie von Metergröße darstellen. Davor schreckt man denn doch zurück, weil es neue Hypothesen bedingt. Dennoch muß man sich die Quantelung, letzten Endes also die Singulation, als ein Weltgesetz elementarster Art vorstellen, dem man heute oder morgen folgende Fassung wird geben müssen:

Alles Seiende und Wirkende ist in Formen ausgeprägt. Das ist freilich ein höchst allgemeiner Rahmen und sein Inhalt noch herzlich unbestimmt. Aber eine deutlichere Ausdrucksweise ist — wenn auch manches in der neuesten Physik sie zu erlauben scheint,[14]) doch noch zu sehr vom Für und Wider der Diskussion umflutet, als daß sie in einem Werk, das endgültig gesicherte Gesetze der Welt festlegen will, am Platze wäre.

Trotz seiner Allgemeinheit erlaubt dieser Satz schon manche Einsichten in sehr wichtige und merkwürdige Zusammenhänge. Vor allem ist durch ihn *die Formbildung als elementare Notwendigkeit unseres Welterkennens festgelegt,* und Form und Sein wird unlöslich verkittet. Quantenhaft erscheint uns alles, und das Geschehen ist auch im geistigen Erleben nur unter diesem Gesichtspunkt zu verstehen.

Fluten von Licht ergießen sich bei diesem Gedanken über annoch dunkle Gebiete des Geisteslebens. Eines Tages wird der Entdecker der Quantelung in der Geschichte kommen und das einheitliche Gesetz aufzeigen, nach dem sich das historische Geschehen stets in Gruppen abspielt. Alles Geschichtsgeschehen tritt so auf, der Zusammenschluß in Gemeinschaften, ja Völker-

und Staatenbildung, Epochen, das Zusammendrängen von Geistesgroßtaten, die Werdegeschichte jeder Entdeckung und Idee, auch das Erleben des Alltags, der Ablauf des Gewöhnlichsten, alles wird ihm den geheimen Zwang zum Zusammenschluß in Quanten verraten, so wie sie in den Beziehungen der Glieder der Zahlenreihe, im logischen und künsterlichen Prozeß unverkennbar sind.

Wer wird dieser *Marco Polo* noch unentdeckter Länder des Geistes sein? Einen Vorläufer hat er schon, dem freilich, wie jedem Vorläufer der wahre Sinn seines Tuns im großen Zusammenhang mit den übrigen Gesetzen des Weltalls noch nicht aufgegangen ist. Das ist *O. Sterzinger*[15]), der mit der Lehre von der „Knäuelung" als durchgängige Welterscheinung auftrat.

Wenn man auf einer bestimmten Fläche das Fallen von Regentropfen beobachtet oder an einer gewissen Straßenstelle das Vorüberziehen von Menschen oder Fuhrwerken oder die Kugeln von Billardspielern oder den Posteinlauf in seiner eigenen Erfahrung oder die Blättersilhouette der Bäume oder den Ablauf des Wetters, die Verteilung der Blüten in einer Wiese (Abb. 8), die Trikymia, die dreimalige Hochwoge, die schon *Euripides* bekannte Quantelung der Meereswellen, nach der mit jeder zehnten Woge hintereinander drei Wellen heranrollen, die ihre Vorgänger an Höhe übertreffen, das Bild des gestirnten Himmels, die Komplexbildungen der Atome und Moleküle — überall wird man finden, daß Ereignisse und Dinge sich häufen, daß neben „leeren Stellen" plötzlich Knäuel gleicher und ähnlicher Erscheinungen stehen, daß also die ganze Welt „aus kumulativen Knotenpunkten" besteht.

Das etwa ist *Sterzingers* Beweismaterial und Gedankengang. Er hätte der Reihe seiner Beobachtungen nur noch die Quanten hinzuzufügen brauchen, um sie dann gleich auf ihr Elementarstes zurückzuführen, aus dem vielleicht sich alles andere ungezwungen ableiten läßt.

Hierfür wird man den Physikern die Augen öffnen müssen, so wie die Philosophen durch die Tatsachen der Physik so lange ganz andere Grundlagen unter die Füße bekommen werden, bis sich die große Einigung unter den Auspizien der objektiven Philosophie vollzieht und das erste der großen Weltgesetze in das Bewußtsein aller übergehen wird.

Ihnen wird sich immer mehr die uns noch so unfaßbare Welt der mitten durch unsere Sinnenwelt greifenden geheimnisvollen Quanten erschließen, die sich nach allen drei Richtungen, sowohl in der des kleinsten Raums, wie jenseits unserer Größenanschaulichkeit, als auch nach der Verkoppelung von Entitäten der Erscheinungswelt ausbreiten. Mit uns existiert nicht nur die sichtbare Welt der Quanten in ihrer wunderbaren Formenmannigfaltigkeit als materielle, lebende und geistige Gestaltung, sondern auch eine Fülle von nur indirekt erschließbaren Quanten nach Art des von *Planck* erwiesenen Elementarquantums. Und nichts deutet dagegen, daß auch sie eine tausendgestaltige Welt des nur indirekt Begreiflichen aufbauen. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, daß geheimnisvolle Gestalten voll Eigenschaften und periodischer Änderung uns umstehen, als Quantenwelt des Lichtes, der

Wärme, der mechanischen Energien, des Geschehens in seiner tausendfachen Verwickelung, und daß aus ihren Gesetzen manches zwingend ins zoëtisch-irdische Tun und Geschehen hinübergreift wie aus einer anderen Welt. Ist die Erkenntnis erst einmal so weit vorgeschritten, dann wird von jener Gesetzmäßigkeit aus sich zweifellos manches klären, was heute noch undeutbar, oft von den Schleiern des Okkulten verhüllt, sich vor dem Begreifen verbirgt. Ja, vielleicht ist nicht einmal die Hoffnung zu kühn, daß das Rätsel des Teleologischen, des Geistigen im weitesten Umfange auf diesem Wege seiner Lösung nähergebracht werden kann.

Eine dritte Gruppe von Einsichten, die sich in dem Satz von den Formen des Seins birgt, gehört dem Gebiet des schon heute rechnerisch Erfaßbaren an und wird auch von dem nüchternsten Geiste unterschrieben werden.

Planck selbst hat diese Konsequenz seines Quantengesetzes schon berührt, als er sie in die Form kleidete, das Quantenhafte der Energie sei durch die Eigenart des Elektrons bedingt. Er beschränkte damit seine Entdeckung eigentlich auf die von dem Elektron bedingten Quanten.

Mit anderen Worten: das Elektron ist eine elementare Quantenform der Welt. Es erhebt sich nur die heute erst aufgeworfene, aber nicht beantwortbare Frage, ob es das einfachste der Quanten sei, mit anderen Worten, ob es nicht auch in der Welt der Quanten die Gesetze der Integration und Organismenbildung gibt, was aus logischen Gründen vorausgesetzt und sogar für mehr als möglich erklärt werden muß. Wenn man von dieser Frage absieht, kann man ruhig *die Elektronen für einen der elementaren Bausteine der physischen Welt erklären.*

Was ist ein Elektron? Will man diese Frage ganz objektiv beantworten, so muß man sagen: es ist eine Vorstellung, eine ersonnene Wesenheit, um ein komplexes System aus der Materie zu machen, mit dessen Teilen man rechnen kann. Das kühlklare Wort *Humboldts* von den Atomen gilt ebensogut für die Elektronen: „Um die Erscheinungen dem Kalkül unterwerfen zu können, wird die Materie aus Atomen (Molekülen) konstruiert, deren Zahl, Form, Lage und Polarität die Erscheinungen bedingen soll."

Wenn man den gleichen Vorgang in anderer Form wiederholt, kann man sagen: um die Existenz von Welt, Mensch, Seele, Gut und Böse in ihren Beziehungen besser durchschauen zu können, konstruiert man Demiurgen, weltschaffende Kräfte, Dämonen und Engel, deren Zahl und beigelegte Eigenschaften die Erscheinungen bedingen sollen. Das ist dann der reine Mythos.

Nun, ein wissenschaftlicher Mythos sind auch die Elektronen. Es ist notwendig, sich das zum Bewußtsein zu bringen, um nicht in den Fehler des Materialismus zu verfallen, der jetzt wieder ebenso unbedenklich, wie er früher die Atome mit dem Begriff eines realen Körpers umkleidete, auch die Elektronen als „Atome der Elektrizität" für wirklich hält und dann höchst verwundert tut, wenn Rechnungsnotwendigkeiten ihn zwingen, sie als wandelbaren Begriff, als eine nur „scheinbare Masse" anzusehen.

Lehrreichen Einblick erhält dadurch auch der philosophisch Ungewandte in die Notwendigkeit und die Begriffe einer philosophischen Weltanschauung. Die naiven Gemüter glauben, es könne überhaupt eine andere als eine solche geben. Etwa eine „reale“, die sie mit Vorliebe die naturwissenschaftliche zu nennen belieben, und eine nur „erdachte“, von der sich diese platten Seelen gewöhnlich mit einem herablassenden Lächeln als von einer Art Spielerei abzuwenden pflegen. Die Ahnungslosen wissen nicht, daß alle ihre „realen“ Dinge, ihre Elektronen und Atome nur ebensogut „erdacht“ sind wie die anderen Begriffe, daß sie nur die Bausteine einer Philosophie sind, die nichts anderes will und leisten kann, als die Beziehungen unserer Vorstellungswelt zu vereinfachen und auf so wenige Nenner zurückzuführen, daß sie ständig überblickbar und darum vorstellbar sind. Es kommt den Erfindern der sogenannten naturwissenschaftlichen Grundbegriffe gar nicht darauf an, daß hinter ihren Beziehungen Elektron, Atom, Molekül, Energie, Quantum, Kraft und wie sie alle heißen, erlebbare Anschaulichkeit stecke, sondern sie bezeichnen damit nur scharf definierbare Systemteile von gleichbleibender Bedeutung, weil man mit solchen rechnen und auf dem Weg der rechnerischen Formeln die überwältigende Fülle der Erlebnisse dann vereinfachen kann.

Mit anderen Worten: nie hat Naturwissenschaft, wissenschaftliches Denken überhaupt, jemals etwas anderes getan, als die Forderung der objektiven Philosophie erfüllt. Sie hat nur die Systembeziehungen des Erlebten in solcher Weise gruppiert, daß einfachere Linien entstanden, die man Gesetze nennt.

Diese Selbstbesinnung umschreibt die wahre Natur der Elektronen. In diesem Sinn sollen sie nun in das Bild der Erscheinungen eingesetzt werden. Erfunden hat die Elektronen *H. A. Lorentz* in Leiden, auch *Thomson* in Cambridge, als sie das Leuchten einer sogenannten *Crooke*'schen *Röhre* (Abb. 10) näher untersuchten.

Unter einer solchen versteht man eine Glasröhre, deren Luft so weit verdünnt ist, als das durch eine Luftpumpe geschehen kann. In das Glasrohr sind an jeder Seite Drähte eingeführt, die durch eingeschmolzene Teile mit elektrischer Hochspannungsleitung in Verbindung stehen. Man nennt sie Elektroden und unterscheidet die positive *Anode* von der negativen *Kathode*.

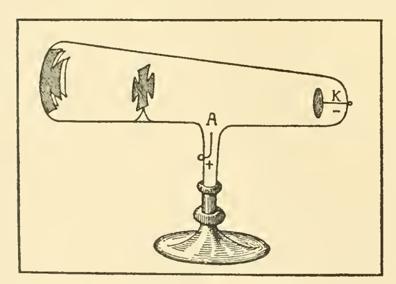


Abb. 10. Eine Crookes'sche Röhre zur Demonstration der Eigenschaften der Kathodenstrahlen. K = Kathode, A = Anode. Die von der Kathode ausgeschleuderten Elektronen geben ein Schattenbild des in die Röhre eingesetzten Metallkreuzes

Solche Röhren (als *Geißler*röhren bekannt) zeigen prachtvolle Farbenerscheinungen, je nachdem das Gas in ihnen verdünnt ist. Zuerst beginnen violette Blitze, dann entsteht von der Anode her ein rotes

Glimmen, dem die Kathode mit bläulichem Schimmern antwortet, schließlich stellen sich sehr vielfältige Lichterscheinungen ein. Wenn man die Gasverdünnung sehr weit treibt, beginnt ein neues Spiel der Farben. Die Röhre selbst wird dunkel, dafür beginnt ihre Glaswandung im herrlichsten Grün zu leuchten, in jenem Licht, von dem jedermann eine Vorstellung hat, wenn man es als fluoeszierend bezeichnet. Eine solche Röhre ist es, die man als *Crookes-Röhre* bezeichnet; in ihr fluoresziert die Kathode durch gradlinige Strahlen, die von ihr ausgehen (vgl. Abb. 10 — Kathodenstrahlen) und die in der Lehre vom Bau des Stoffes eine ungeahnte Bedeutung gewonnen haben.

Wo diese Kathodenstrahlen auftreffen, entstehen Wirkungen. Sie sind also „etwas". Glas fluoresziert durch sie in verschiedenen Farben; Körper werden durch sie erwärmt; dünne Metallbleche kommen sogar zum Schmelzen; sie leuchten, denn ihnen in den Weg gestellte Dinge werfen Schatten (so auf der Abb. 10 das Metallkreuz). Diese Strahlen sind also nicht unkörperlicher Natur, sondern es sind offenbar von der Kathode aus abgeschleuderte Teilchen. Sind sie nun Teile des Metalls oder sind es Luftteilchen? Hierauf fand sich insofern eine Antwort, als man bemerkte, daß sie durch einen an die Röhre gehaltenen Magneten seitlich abgelenkt werden können. Gas läßt sich nicht ablenken — es war also Gas ausgeschlossen. Dazu ergab sich noch, daß alles, worauf sie treffen, negativ elektrisch wird. Es wird also durch sie negative Elektrizität transportiert, und da Metallteilchen nicht bloß negativ geladen sein können, war auf diese Weise Sicherheit gewonnen, daß die Kathodenstrahlen negativ geladene elektrische Teilchen unbekannter Natur sind.

Über diese ließen sich aber noch weitere Bestimmungen finden, als man daran dachte, sie nicht nur durch ein magnetisches, sondern auch durch ein elektrisches Feld von ihrer Bahn abzulenken, indem man sie durch die entgegengesetzt geladenen Platten eines Kondensators gehen ließ. (Vgl. Abb.5.)

Aus dem Unterschied zwischen magnetischer und elektrischer Ablenkung lassen sich nach schon längst festgestellten Sätzen Urteile sowohl über die Geschwindigkeit wie über die spezifische Ladung dieser unsichtbaren Teilchen ablesen. Man fand, daß die Geschwindigkeit nicht immer gleich war; sie stieg, wenn die Röhre besonders stark verdünnt war, sie fiel, wenn sich in ihr mehr Gas befand. Da aber die Natur dieses Gas auf die Geschwindigkeit gar keinen Einfluß hatte, mochte nun Luft oder Wasserstoff oder Helium darin sein, so war damit ein neuer, völlig überzeugender Beweis gewonnen, daß es sich nicht um fliegende Gasteilchen handelt. Übrigens war die Geschwindigkeit so groß — sie betrug niemals unter 100 000 km in der Sekunde —, daß eine solche Bewegung von Gasteilchen unerhört wäre.

Noch überraschender war das Ergebnis über die Natur der spezifischen Ladung der Kathodenstrahlen. Sie war 1830mal größer als die größte aller bekannten Ladungen von Elementaratomen. Da sie aber in ungekehrtem Verhältnis zur Größe der Masse steht, mußte man annehmen, daß in den Kathodenstrahlen Teilchen fliegen, die 1830mal kleiner als das kleinste der

bekannten Atome, nämlich das Wasserstoffatom, sind. So kleine Atome waren unbekannt. Es gibt keinen chemischen Stoff, der solche besäße. Der Wert der spezifischen Ladung war ebenfalls von den chemischen Substanzen der Crookesröhre unabhängig. So sah man sich gedrängt zu dem Satz: die negative Ladung der Kathodenstrahlen sei nichts Chemisches, sondern etwas „Elektrisches", nämlich negativ geladene, in Teilchen zerspaltene Elektrizitätssubstanz, deren Teilchen man eben den Namen *Elektronen* gab.

Das war der Weg, auf dem man die Elektronen entdeckte. Und auf ihm fand man zugleich eine ganze Reihe Eigenschaften für sie. Da war, daß sie eine elektrische Ladung negativen Vorzeichens führen, selbst aber auch Masse besitzen, die 1830mal kleiner als die der Wasserstoffatome ist. Diese Masse stellte sich bei dieser Gelegenheit zugleich als etwas Unkonstantes heraus, denn ohne daß etwas dazu kam oder weggenommen wurde, bloß durch Änderung der Geschwindigkeit der Elektronen, wurde sie rechnerisch als größer oder kleiner erkannt, und es stellte sich (bei den anderweitig bestätigten Versuchen von *W. Kaufmann*[16]) heraus, daß sie bei 300000 Kilometersekunden schon den Unendlichkeitswert erreicht. Daraus war, wie bereits erwähnt, erstens zu folgern, daß es keine größere Geschwindigkeit im Weltbild des Menschen geben kann als die des Lichtes, da bei ihr die Masse schon die Raumvorstellung restlos erfüllt. Zweitens ist es klar, daß ein solcher von der Ladung, nämlich von der Geschwindigkeit abhängiger Massebegriff nicht der der Sinne ist, sondern nur einer der Vorstellungen sein kann.

Der Massebegriff der Elektrizitätslehre ist also, wie nicht oft genug betont werden kann, nur ein vorgestellter, die Masse ist nur etwas Scheinbares, etwas Doketisches[17]) — mit anderen Worten, eine der Hauptforderungen der objektiven Philosophie, die sie mit *Schopenhauer* teilt, ist erfüllt: die „Welt als Vorstellung" ist von der Physik unabhängig auf ihrem Wege entdeckt und gerechtfertigt worden.

Das sind die großen Entdeckungen auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre, die sich an die Namen *Lorentz* und *Thomson* knüpfen.

Das Elektron ist das einzige Elementarquantum, dessen Natur bisher genauer bekannt ist. Und wenn die elektrische Energie diejenige ist, aus welcher alle anderen physikalischen Energien hervorgehen, ein Satz, der heute zweifellos erscheint, so ist damit das Elektron zum Baustein der Erscheinungswelt gemacht. Dadurch ist die physische Welt aber in den Strudel der Einsichten über die Masse gerissen und ebenso zur Vorstellung verwandelt wie die Wesenheiten der geistigen Welt. Der tiefere Hintergrund der Materialität ist doch wieder die Idealität; die Naturwissenscchaften sind in ihrem Kernpunkt von der Philosophie abhängig gemacht und letzten Endes in eine Geisteswissenschaft verwandelt.

Das ist es, was die Grundlage alles Denkens und jeder Bildung werden muß; von hier aus baut sich die neue Welt des objektiven Denkens auf, der ich mit dem Einsatz meiner ganzen Kraft Bahn brechen will.

Mit dem Elektron untrennbar verbunden ist aber die Einsicht in die Gestaltung der *Atome*, zu der sich die physikalische Chemie allmählich durchringt, und die immerhin schon zu einigen Feststellungen gelangt ist, die nicht mehr verlassen werden können, so sehr sich auch das Bild des Atoms im einzelnen noch ändern mag. Das Wichtigste und Unveränderliche daran ist, *daß der Atom keine Einheit, sondern selbst ein komplexes System ist*, also nicht zu den elementaren Quanten des Weltbildes gehört.

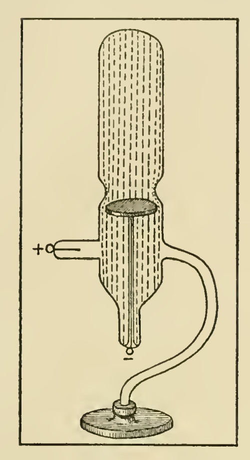


Abb. 11. Versuchsanordnung zur Herstellung von Kanalstrahlen. Oberhalb der mit Schlitzen versehenen Kathode leuchten die von den Kanalstrahlen getroffenen Gasteilchen rotbraun, wodurch man die einzelnen Strahlen erkennt. Unterhalb der Kathode erzeugen die Kathodenstrahlen einfach grüne Fluoreszenz

Nach Gesetzen, deren nähere Erörterung man im folgenden Abschnitt nachlesen möge, baut sich das Atom aus Elektronen auf, allerdings mit einem *Atomkern*, dessen Zusammensetzung nur aus Elektronen derzeit abgeleugnet wird. Er ist erheblich kleiner als sie und mit positiver Elektrizität geladen. Die sofort auftauchende Vermutung, daß er nichts anders als das Elektron der positiven Elektrizität darstelle, ist nach den Untersuchungen an *Kanalstrahlen* mit allen Gründen widerlegbar geworden.

Um ein Urteil über diese Behauptung zu ermöglichen, muß man Erzeugung und Natur der Kanalstrahlen kennen, wozu in den physikalischen Laboratorien derzeit reichlich Gelegenheit ist, da sie im Vordergrund der experimentellen Tätigkeit stehen.

Man entdeckte diese Art von Strahlung, als man versuchte, in den Vakuumröhren den Träger der positiven Elektrizität, der doch auch vorhanden sein muß, aufzufinden. Wenn man nämlich in einer Röhre von hoher Verdünnung (man nennt solche besonders evakuierte Röhren nach ihrem ersten Verfertiger *Hittorf*'sche Röhren) eine Kathode in der Mitte einsetzt, wie auf Abbildung 11 ersichtlich, und sie mit Löchern oder kanalartigen Schlitzen versieht, ändert sich im Hochfrequenzstrom das Phänomen, von dessen Beobachtung wir vorhin ausgingen. In dem einen Teil der Röhre herrscht rotbraunes Leuchten in Gestalt wohlunterscheidbarer Strahlen, im anderen fluoresziert das Glas der Röhre nach wie vor in grünem Funkellicht. Diese rotbraunen Strahlen sind etwas Neues, und an ihnen versuchte man alle die Experimente, durch die sich die Natur der Elektronen ergründen ließ. Man ließ den Magneten einwirken, beobachtete aber keine Ablenkung. Man nahm einen erheblich stärkeren, und nun gab es einen Ausschlag, aber nach der entgegengesetzten Seite. Das deutete auf positive Elektrizität; die Ladung von Metallteilchen, die man den Strahlen entgegensetzte, war positiv.

Das erweckte Hoffnungen. In den rotbraunen Kanalstrahlen fliegen also

Teilchen positiver Elektrizität. Sofort unterwarf man sie dem schon bekannten vergleichenden Experiment, die magnetische und elektrische (eigentlich elektrostatische) Ablenkung zu messen, um dadurch die Geschwindigkeit und Größe der Ladung zu erkennen.

Und damit betrat man ein neues Gebiet. Wohl ist die Geschwindigkeit der Teilchen, die in den Kanalstrahlen daherrasen, außerordentlich, aber sie übersteigt doch nicht 100 km in der Sekunde. Die spezifische Ladung dagegen war immer kleiner als die des Wasserstoffatoms. Oder, wenn die Vakuumröhre mit Wasserstoff gefüllt war, so stimmte sie mit jener des Wasserstoffs überein. Je nach der Füllung war sie verschieden. Und damit war es entschieden, daß die Kanalstrahlen nicht „materiefreie Elektronen" sind, sondern positiv geladene Gasatome.*)

In solcher Weise verliefen die Versuche, auf die sich die Ansicht stützt: *es sei noch nicht gelungen, positive Elektronen zu isolieren.* Denn wohlverstanden, um nichts anderes handelt es sich. Wir können vorläufig die positive Elektrizität nicht von der Materie trennen. Eine Änderung dieses Wissens ist möglich, ja sie ist, wie wir sofort sehen werden, wünschenswert, für das Verständnis des Atombaues sogar notwendig.

Der positiv geladene Kern des Atoms ist eine terra incognita für den Physiker. Wenn er — wie man soeben eingesehen hat — nicht das positive Elektron sein kann, was ist er dann? Materie mit einer Ladung positiver Elektrizität! Aber wir haben doch gerade vorhin gesehen, daß Elektrizität, die Grundlage des Weltgeschehens, durch ihren Beharrungswiderstand Masse nur vortäuscht. Jetzt meldet sich eine andere „Masse", die sich nicht in Elektronen auflösen läßt! Wie geht das zu?

Hier ballt sich ein Problem, für das die Physik noch keine Augen hat. Sonst könnte sie die Elektronenlehre nicht so wohlgemut in den Mund nehmen und müßte den Widerspruch zur Atomlehre weit mehr betonen, als sie es tut.

Aus diesem Dilemma gibt es aber einen, allerdings nur einen einzigen Weg. Die Elektronenanschauung trifft schon das Richtige, nur in bezug auf die Atome müssen wir eben noch unsere Kenntnisse vertiefen.

Den Mut zu solch salomonischem Urteil gibt mir die von *Rutherford* ermöglichte Zerlegung der Atomkerne, aus denen sich wieder negative Elektronen isolieren lassen (vgl. S. 25). Hieraus geht, mag sich durch weitere Forschung auch noch so viel Neues herausstellen, jedenfalls das eine mit Sicherheit hervor, daß diese Kerne auch ihren Bau besitzen, also keine Elementarteile von Materie sind.

Das Wesentliche, das sich in dieser neuen Wissenschaft von der Materie nicht mehr ändern kann — und nur darauf kommt es dem, den Weltgesetzen nachspürenden Denken an —, ist also, daß *das Atom tatsächlich nichts Ele-*

*) Es gibt auch Moleküle mit solcher Ladung.

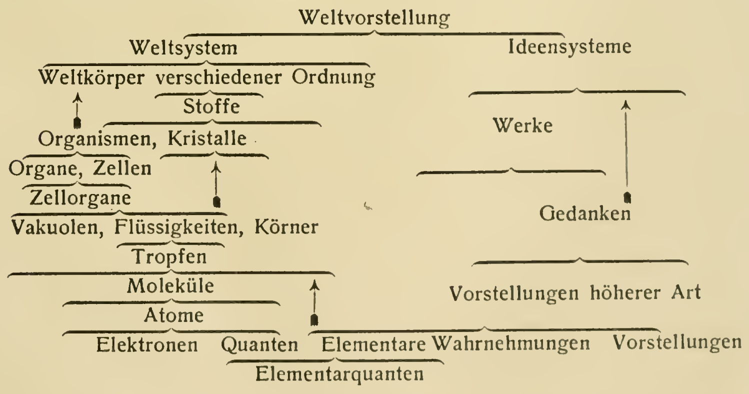
mentares ist, sondern sich dem Elektron gegenüber so verhält wie der höhere Organismus zur Zelle.

Dieses Verhältnis nun, daß Teile von manchmal gleicher, meist aber sehr verschiedener Natur sich zu Gebilden von höherem Rang vereinigen, ist etwas ganz Wichtiges und in seiner Art nicht weniger Grundlegendes, als daß es Elementarquanten des Weltenbaues gibt!

Gelingt es nachzuweisen, daß diese Erscheinung durchgängig in allen Erlebnissen wiederkehrt, dann gliedert sich an das Grundgesetz vom Seienden ein neues Weltgesetz von allergrößter Tragweite an. Es gilt also jetzt, Umschau in der Welt der Erscheinungen zu halten mit dem entzückten Blick des Forschungsreisenden, der wieder im Begriffe ist, neue Länder zu entdecken.

In diesem Augenblick gewinnen die Vorstellungen, die sich die Naturforscher der älteren Generation von den Singulationen der Welt gemacht haben, erneute, ja sogar erst ihre wahre Bedeutung. Wie lautete doch der Satz von den Singula der physischen Welt? Es gebe Tropfen, Körner, Vakuolen, Kristalle, Zellen, Weltkörper und Weltsysteme als soche selbständige Individuen der Welt. Wenn man diese Liste mit den Begriffen der Moleküle, den biologischen Individuen erster und zweiter Ordnung, wie man Organ und Organismus nennen kann, und jenem der Werke ergänzt, dann dürfte so ziemlich die Reihe der Dinge erschöpft sein, denen die Bezeichnung Singulation außer Atomen, Elektronen und Quanten mit Recht zukommt.

Versucht man sie in einer Zusammenfassung aufzuschreiben, die ihren gegenseitigen Abhängigkeitsbeziehungen einigermaßen Genüge tut, dann erhält man etwa folgendes Bild:



Einander übergeordnet und vielfach ineinander greifend erbaut sich da ein System von zusammengehörigen Dingen verwickelter Art, das sich immerhin nach einem einheitlichen Gesetz überschauen läßt.

An dem Faden dieses Gesetzes läßt sich selbst die erdrückende Mannigfaltigkeit des gesamten Weltbildes mit dem ersten Individuum verknüpfen. Keine Vorstellung, kein Ding gibt es im ganzen weiten Bereich des Erlebens, das nicht diesem gesetzmäßigen Zusammenhang unterworfen wäre. Wenn also irgendeine Erscheinung den auszeichnenden Namen eines Weltgesetzes verdient, so gilt das für die Tatsachen der *Integration*, wie man diese merkwürdige Einbeziehung des einen Komplexes in den anderen nennen kann.

Der Begriff des Seins gebiert also aus sich einen neuen, ebenso umfassenden, den der Integration, der offenbar ganz untrennbar an den der Individuation (Singulation) geknüpft ist.

Dem Wesen nach ist das keine neue Endeckung, wie denn überhaupt kein einziger der Grundgedanken der objektiven Philosophie im Verlauf der Denkgeschichte ungedacht geblieben ist. Man hat es nur versäumt, ihnen den gebührenden Einfluß zu gewähren, dadurch daß man sie in die richtigen Zusammenhänge gebracht hätte. Darum fristen sie fast alle gleich dem Integrationsgesetz bisher ein nur klägliches, wenig beachtetes Dasein in dem Wissen der Menschheit und sind dadurch so gut wie tot.

Der erste Forscher, der eine Geschichte des Integrationsgesetzes schreiben will, mag sich darauf gefaßt machen, daß sie an Umfang seine Erwartungen um vieles übertreffen wird. Denn es gibt fast kein zusammenfassendes naturhistorisches oder geistesgeschichtliches Werk, das nicht verkappt oder bewußt mit diesem Begriff operiert, der unter allen Philosophen bei keinem eine so große Rolle spielt wie bei *Swedenborg*, *Leibniz* und *Herbert Spencer*.[18]) Überall, mit am häufigsten in der Biologie und in der Chemophysik, bedient man sich der stillschweigenden Voraussetzung, daß die Gesetze der Individuation, die einer Seinsstufe zukommen, sich auf einer anderen wiederholen, auf welcher die früheren Individuen nunmehr zur Rolle von Bestandteilen herabgedrückt sind.

Der Chemiker unterschreibt den Satz, daß aus Atomgruppen durch Assoziation die Moleküle entstehen, mit der gleichen Überzeugung wie der Physiker den, daß aus geordneten Molekülgruppen Kristalle hervorgehen. Dem Mineralogen und Petrographen ist es selbstverständlich, daß Kristalle sich zu Aggregaten zusammenschließen, die man mit dem Namen der Gesteine: des Kalkspates, des Granites usw., belegt. Ebenso geläufig behauptet der Biologe, Zelle, Gewebe, Organ, Organismus seien vier Integrationsstufen. Das alles aber sind nicht etwa nur zusammenfassende Bezeichnungen, sondern es schleicht sich zugleich damit unklar, aber doch höchst wirksam eine ganz bestimmte neue Aussage ein, daß nämlich die Eigenschaften der eine Seinsstufe zusammensetzenden Teile in bestimmter Steigerung, oftmals erhöht durch neue Qualitäten, auf der höheren Integrationsstufe wiederkehren.

Zwei Erscheinungen sind es vor allem, welche dem Begriff der Integration in dem hier vorgetragenen Sinne eignen. Das eine ist die Wiederkehr gleicher Gesetzlichkeit auf den verschiedenen Stufen, das andere aber

die potentielle Differenz der einzelnen Stufen trotz materiell identischer Zusammensetzung.

Übersetzt man sich das in die Sprache des allgemeinen Verständnisses durch Beispiele, so sei zunächst daran erinnert, daß die Moleküle, welche die nächsthöhere Integrationsstufe der Atome darstellen, mit wesentlich anderen Eigenschaften begabt sind als diese, obwohl sie nichts anderes sind als die „Vereinigung von mehreren gleichartigen Atomen“ (nach *Fajans)*. Im Molekül des Kochsalzes sind zum Beispiel nur 2 Atome vereinigt, in dem des Wassers 3, im Molekül der Schwefelsäure 7, in Zucker 45; unter Umständen steigt diese Zahl sogar bis 2000 und noch mehr.

Und welch verschiedene Qualitäten kommen den Molekülen im Vergleich zu den Atomen zu! Sie sind die Träger der chemischen Eigenschaften vor allem der chemischen Affinität*), der Stoffe, während z. B. die Radioaktivität eine rein atomäre und intraatomäre Eigenschaft ist. Noch größer ist der Unterschied in den Eigenschaften der Atome im Vergleich zu den Elektronen; man kann ihn nur deshalb nicht als Beispiel an dieser Stelle anführen, weil man noch nicht den Bau des Atoms völlig in Elektronen auflösen kann.

Dagegen tritt das, was bewiesen werden soll, um so greifbarer entgegen, wenn man die Integrationsstufen Moleküle und Kristalle betrachtet. Nach der *Raumgittertheorie* der Kristalle, welche jede beliebige Prüfung bestanden hat, bauen sich die Kristalle aus nach verschiedenen Gesetzen geordneten Molekülgruppen auf. Ein Kristall ist also nichts anderes als eine Vereinigung von Molekülen. Nur die Art ihrer Anordnung bestimmt seine Qualitäten, so vielfach und verschieden diese auch sein mögen. Und dennoch, welche Welt klafft zwischen diesen beiden Integrationsstufen!

Hier blitzend, bunt, im Farbenschimmer und Glanze einer wahrhaft überirdischen Schönheit, in sinnverwirrender Mannigfaltigkeit, eine Wissenschaft, die *Kristallotik*, erfüllt vom Reich der Kristalle, dem neues Wissen selbst die Kriterien des Lebens, mindestens die einer *Probiotik* beilegt — dort die armseligen Kügelchen der Molekel, Rechenpfennige bloßer geometrischer Gesetzlichkeit, an sich ohne Mannigfaltigkeit, Schönheit und eigenschaftenarm, in der Nacht winzigster Kleinheit versunken. Aus ihr erweckt sie die zauberische Tatsache der Integration, für deren Mysterium diese Beispiele hoffentlich die Sinne geöffnet haben.

Noch wunderbarer sind die Steigerungen durch Integration vielleicht im Reiche der Lebendigen. Zelle, Organ, Organismus sind die drei Integrationsstufen, die bisher am häufigsten im Sinne der Eigenschaftenpotenzierung im Gewebe der Wissenschaftssprache verwoben waren. Man betrachte sie ein wenig darauf hin, um in sich den Begriff der Integration zu klären.

Die Zelle, welche gegenüber den Singulationen der Tropfen, Körner, Stoffe und Vakuolen, aus denen sie sich aufbaut, selbst schon eine höhere Ver-

---

*) Wahrscheinlich ist diese die magnetische und elektrische Ladung der Moleküle.

einigung darstellt, ist in dem Organ die Einheit, so wie das Organ sich als Glied und Teil in mehrfachen übereinandergeordneten Stufen der Gesamtheit eines Organismus einfügt. Unverkennbar ist da zunächst, wie unendlich fein gegliedert diese integrierenden Übereinanderordnungen sind. Um das zu erkennen, wähle man nur ein konkretes Beispiel, etwa den Arm des Menschen. (Abb. 13.) Seine Zellen schließen sich zuerst in die höhere Einheit der Gewebe zusammen, die einen zum Muskelgewebe, die anderen zu Knochen, die dritten zu ausfüllendem Bindegewebe, wieder welche zu Drüsengewebe, Epidermal- und Nervengewebe. Diese sechs Kategorien wiederholen sich zahllose Male und stellen vorerst einmal keine richtigen Individuationen, sondern selbst nur Bausteine der Organe dar. Immerhin beginnen aus dieser Vereinigung der Zellen schon neue Eigenschaften, meist Steigerungen der vorhandenen, merkbar zu werden. Die Festigkeit eines Epidermisstückes ist zum Beispiel wesentlich anders als die der einzelnen Zellen. Desgleichen Elastizität und Tenazität eines größeren Muskelprismas im Vergleich zur einzelnen Muskelfibrille (vgl. Abb. 12). Trotzdem kann man hier noch von Summation der Qualitäten und nicht von ihrer Integration sprechen. Gerade der Muskel, in dem die Muskelfäden zuerst zu Prismen ersten Ranges, dann diese zu Bündeln höherer Ordnung, diese wieder zu größeren Zügen zusammentreten, welche sowohl formal wie funktionell unterscheidbar und oft wieder in besonderen Muskelhäuten geschützt und isoliert sind, worauf sich erst der von dem Anatomen als wirksame Einheit unterschiedene und mit seinem Sondernamen (z. B. *Musculus deltoideus, sternocleïdomastoideus, pterygoideus externus* usw.) belegte eigentliche Muskel aussondert — gerade dieses Beispiel ist so besonders geeignet, die Komplikation der Integrationen recht ins Bewußtsein zu bringen.

Die einzelnen Gewebe treten in diesen Stufen überall zusammen, um funktionelle Einheiten höherer Ordnung herzustellen. So vereinigen sich, um bei dem Beispiel des Muskels zu bleiben, in ihm bindegewebige Häute (Synovien und Perimysien, Epimysien usw.) verschiedener Ordnung mit reinem Fibrillargewebe, dazu gesellen sich Fettzellen, die dem Bindegewebe entstammen, und die Sehnen (Tendines und Fascien), ohne die kein Muskel funktionieren kann. Ebenso wäre er (mit Ausnahme gewisser glatter Muskeln) funktionsunfähig, wenn er nicht von einem reichen Geflecht der Nervenfasern durchsetzt wäre.

So vereinigen sich zahlreiche Gewebe, also schon formale Ordnungen xten Ranges zu dem Organ eines bestimmten Muskels, der nun sofort wieder als Einheit mit anderen seiner Art zusammentritt zu einem Organ höherer Ordnung. Im besonderen vereinigen sich z. B. Bauchmuskeln, Sägemuskel, Brustmuskel, Rippenheber zur Atemmuskulatur oder, um bei dem Beispiel des Armes (vgl. Abb. 13) zu bleiben, zahlreiche Strecker, Beuger, Anzieher, Dreher, Roller mit ihren entsprechenden Sehnen und Bändern zur „Muskulatur des Oberarmes", des Unterarmes, der Handwurzel, Mittelhand und der Finger.

Abb. 12. Feinerer Bau des Muskels aus der Herzwand eines Säugetiers im Längsschnitt. Zwischen den mehrfach seitlich verbundenen Muskelfaserzellen (Sarkoplasma) mit ihren Kernen befindet sich Bindegewebe, ebenfalls mit Kernen. Die Schlitze sind Blutkapillaren. (Stark vergrößert. Nach Stöhrs Lehrbuch)

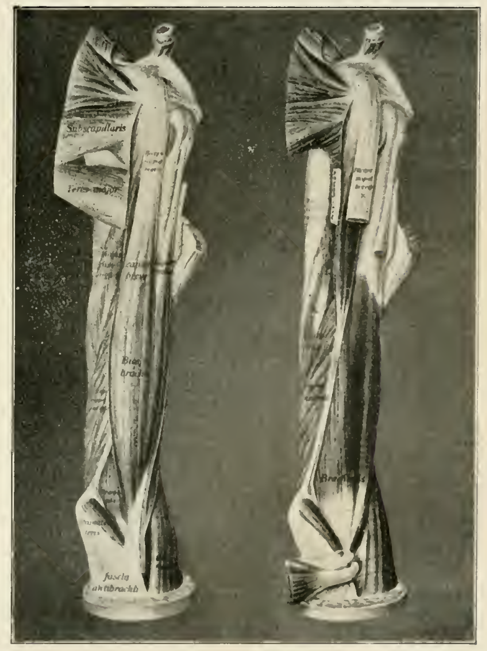


Abb. 13. Muskulatur des linken Oberarms des Menschen. Darstellung der Beugeseite auf der Oberfläche (links) und der tieferen Schicht (rechts), wobei der Deltamuskel (Deltoideus, links) und der Biceps, auch der Teres (rechts) abgeschnitten sind. (Verkleinert. Nach Sobottas Atlas der descriptiven Anatomie)

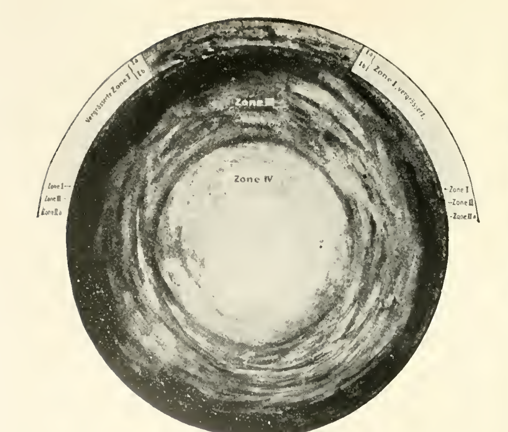


Abb. 14. Schematisches Bild der gegenwärtigen Vorstellungen vom Erdinnern.

Die äußerste Zone (I) stellt stark übertrieben die Panzerdecke der Erde dar. In ihr sind Feuerreste vorhanden, aus denen die Vulkane schöpfen. In Zone II sind die Gesteine geschmolzen, aber fest. Zone III: Das glutflüssige Erdinnere. Zone IV: Mutmaßlich gasförmiger Erdkern mit Eisen und Gold. (Nach einer Darstellung im Deutschen Museum, München)

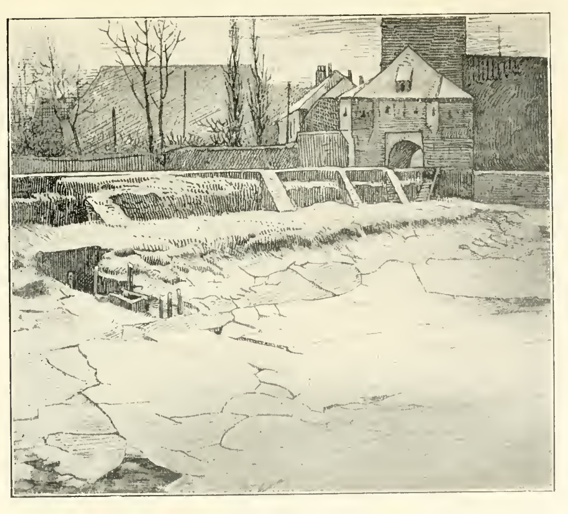


Abb. 15. Eisschollen eines abgeflossenen Teiches.

Bei der Senkung des Untergrundes zeigt sich das Gesetz der Brüche bei einer Schollensenkung. (Original)

Diese Atem- oder Armmuskulatur ist schon imstande, ganz andere Funktionen zu erfüllen, so wie auch der einzelne Muskel an sich anders funktioniert als die einzelnen Muskelbündel oder gar die Fibrillen. Um einen davon herauszugreifen, erinnere ich an den jedermann bekannten *Biceps*, der als Einheit in Verbindung mit dem *Nervus musculocutaneus* dem Willen untertan, den Unterarm beugt und zugleich auswärts dreht (supiniert), unbewußt hierbei die *Fascia antibrachii* spannend. Verschwunden ist da die bloße Summation fibrillärer Wirkungen; ein höherer Sinn der Tätigkeit hat sich eingestellt im Dienste noch höherer Integrationsstufen, als der Biceps selber ist. Denn dieses von Anatomen rein deskriptiv ausgedrückte Beugen des Unterarms ist das Schwingen der Sense in der Hand des Landmannes, es ist auch das Sausen des Schwertes in der Hand des Kriegers, es gehört zu den zahllosen Notwendigkeiten des Gewerbefleißes, es ist ein Glied, ein notwendiger und unentbehrlicher Bestandteil in der Kette der Kulturgeschichte und dadurch verflochten vieltausendfach ins ganze Weltgetriebe. Das heißt Integration. Kulturgeschichte der menschlichen Hand, ein unerschöpfliches Werk, an dem die Jahrtausende arbeiten, heißt die Summe der Integrationsleistungen der menschlichen Vorderextremitäten, und diese selbst ist nun wieder nur eine Einheit im Wunderbau des gesamten menschlichen Organismus und damit der ganzen Kulturgeschichte als seiner Funktion.

Die erstaunlichste Folge von Integration tritt gerade auf dieser Stufe vom Organ zum Organismus ein, nämlich das Leuchten und Wirken des Seelischen in Form zielstrebiger, sinnvoll gelenkter und, wie wir es vom eigenen Leibe her wissen, auch oft bewußter Handlungen.

Heller wird im Lichte dieses Gedankens das sonst so dunkle Geheimnis des Geistigen, denn es wird eingeordnet in die große Kategorie der überall im Weltbild sich meldenden „funktionellen Integrationen", in die Steigerungen der Leistung durch Zusammenschluß minderer, einzeln zu solchen Leistungssteigerungen nicht befähigter Individuen, die, wie man überall sehen kann, mit der Unversehrtheit und dem Gesetz dieses Zusammenschlusses steht und fällt. Das Geistige hört auf, wenn dieses Zusammenwirken der Teile gestört, auch nur vermindert wird (Ohnmacht). Die naive Frage des unwissenden Gemütes an der Bahre des jäh Verstorbenen: wo ist denn nun das Leben, wohin ist seine Seele gekommen? was hat sich denn geändert im Augenblick des Todes? sie findet hier eine Antwort, die vielleicht zum erstenmal befriedigender ausfällt als die vielen Lösungen, die man bisher für das Rätsel des Todes bereitgehalten hat.

Geändert hat sich mit dem *Augenblick* des Todes nur die Systembedingung der Integration. An irgendeiner Stelle erreichen die Prozesse, welche ineinandergreifen müssen, um das System aufrechterhalten zu können, den Anschluß nicht; somit ist die Integrationsleistung nicht mehr möglich. Irgendwelche Zellen haben den Dienst versagt, alles kehrt auf die niedrigeren Stufen des Seins zurück, welche ohne die Integration zur nächsthöheren allein

möglich sind. Statt des Organismus liegt ein Haufen von Zellen vor uns, die nun in immer tiefere Integrationsstufen hinabsinken, Materie werden, bald nur wieder Körner, Tropfen, Blasen, bald Moleküle und Atome, als solche aber wieder neuerdings die Stufenleiter anderer Integrationsmöglichkeiten emporklimmen und in neuen Lebenszusammenhang eintreten.

So birgt die Tatsache der Integration unausdenkbare Geheimnisse in sich, um so mehr, als sie ja mit der Organismenbildung noch keineswegs abgeschlossen ist. Auch der fertige Organismus, den Menschen inbegriffen, wird neuerdings in den Wirbel einer Gesetzlichkeit hineingerissen, die sich immer mehr als eine das ganze Weltbild umspannende erweist. Er ist Mitglied höherer Einheiten, die als Gesellschaft und Staat ihn wieder zum Range der „Teile“ eines Organismus suprahumaner Integrationshöhe herabdrücken.

Er teilt dieses Schicksal mit allen Organismen schon deshalb, weil sie alle Teile biocoenotischer Zusammenhänge sind, sogar dann, wenn bei ihnen nicht Gesellschafts- und Staatenbildung auftritt, die gewisse Tierarten, wie die Immen, Ameisen und Termiten auch soziologisch mit dem Menschen vergleichbar macht. Die Staatenbildenden aber, zu denen auch er zählt, überschreiten in Form von Gesetzen und Institutionen den einfachen biocoenotischen Konnex — der viel mehr in das Gebiet der von dem Soziologen und Wirtschaftspolitiker zu erforschenden Gesetzmäßigkeiten gehört — und bringen dann als Ganzes sofort wieder Eigenschaften hervor, die mehr sind als die Summation der Einzelleistungen. Der Geschichts- und der Kulturforscher, auch der Kunstwissenschaftler weiß das am besten. Begriffe wie: die Epoche der Renaissance, der Verfall von Rom, deutscher Klassizismus kennzeichnen diese „Leistungen“, und was „Massenpsyche“ heißt, haben die Zeitgenossen von Kriegs- und Revolutionszeitaltern, je nachdem begeistert oder schaudernd miterlebt. Nur steckt die Erforschung der Leistungen dieser Integrationsstufe erst in ihren Anfangsstadien, weil das Integrationsgesetz und seine Konsequenzen überhaupt noch von niemandem ganz durchdacht worden sind.

Sonst hätte man schon längst bemerken müssen, daß auch mit der Soziologie und Staatenbildung der Organismen die Reihe der Integrationsstufen nicht abgeschlossen ist, sondern daß Organismen, Kristalle, Flüssigkeiten und Stoffe sich neuerdings zusammen ebenso der Herrschaft neuer Gesetze unterwerfen, wie die verschiedenen Gewebe im Organ und die sehr differenten Organe im Organismus. Es entsteht dadurch die Stufe der Weltkörper, von denen einigermaßen gut nur ein einziger, nämlich die Erde, bekannt ist. Kaum überdenkt man ihre Existenz als Ganzes von diesem Gesichtspunkt, so drängen sich auch schon viele neue, den Teilen als solche nicht zukommenden Eigenschaften zu, die also, wie bisher an jeder neuen Integrationsstufe gesehen wurde, die Folge dieses Zusammenschlusses zu sein scheinen.

Geophysik und *Klimatologie* nennen sich die einzigen der bisher gepflegten Wissenschaften, denen es obliegen würde, sich mit Erscheinungen zu beschäftigen, die dabei zutage treten. Eine Fülle „gaeotischer“ Tatsachen,

zu denen zum Beispiel die mit dem Leben so unzertrennlich verknüpfte (Kalkproblem) geologische Änderung der Erdrinde gehört, ist entweder noch ganz unerforscht geblieben oder wenigstens nicht von so hohem, einheitlichem Gesichtspunkt aus untersucht worden. Noch nie hat zum Beispiel jemand daran gedacht, welche Rolle das Lebendige der Erde als Ganzes im Dasein der Erde spielt. Nur das weiß man sehr genau, daß — um einige dieser Tatsachen ins Bewußtsein zu bringen — die Erde als Ganzes sich dreht, was allen ihren Teilen als Singulum fehlt, oder daß sie als Körper einheitlich einen ungeheuren Magneten darstellt, der viele sich in der Atmosphäre kundgebende und sicher auch im Leben ihrer Bewohner wirksame Phänomene hervorruft. Sie besitzt als Ganzes eine einheitlich elektrische Ladung wie irgendein Atom. So hat sie auch ihre singuläre einheitliche Gestalt (das *Geoid*), die von ihren Sonderfunktionen, nämlich der Rotation zurechtgeschliffen ist.

Es fehlt ihr aber auch nicht an rhythmischen, innerlichen Änderungen, die nicht durch die Natur ihrer Teile, sondern nur durch die des zusammengeschlossenen Ganzen erklärt werden können. Vulkanismus, Schollenhebung und Senkung, Transgression und Regression scheinen solche, an dem Dasein der Erde als einem Ganzen haftenden Eigenschaften, die nicht aus den Qualitäten der Gesteine oder des Wassers abgeleitet werden können, sondern einzig aus dem Eigenschaftskomplex des Geoids.

Für den hier angewendeten Gesichtspunkt ist es gleichgültig, ob man sich nach älterer Art das Erdinnere überhaupt als eine starre, glutflüssige Masse von enormem Expansionsdruck vorstellt oder nach den neueren Untersuchungen von *A. Stübel*, *G. Tammann* u. a. sich das Bild macht (vgl. Abb. 14), daß nur eine bestimmte Zone verflüssigter Gesteine existiert. An der Tatsache, daß an einer großen Anzahl von Öffnungen, *Krater* genannt, aus relativ geringfügigen Tiefen, die kaum 50 Kilometer unter der Erdoberfläche liegen, geschmolzene Gesteine unter Explosionserscheinungen periodisch zutage treten, läßt sich nicht zweifeln. Es gibt nun an der Oberfläche der Erde kein Gestein, das an sich Hitze entwickelt, noch ohne Schmelztemperatur flüssig wäre. Auch die Uranpecherze, welche das selbsttätig Wärme entwickelnde Radium enthalten, bergen davon nur so geringe Mengen, daß eine Erwärmung gar nicht in Betracht kommt, und sind auch so selten, daß dieser Satz dadurch nicht eingeschränkt wird.

Dennoch erlebt man in den Bergwerken und Bohrungen, die freilich nirgends tiefer als 2- bis 3000 Meter reichen, eine je nach der Gesteinsart verschieden große Zunahme der Temperatur, die im Durchschnitt etwa 1 Grad Celsius für 30 Meter Tiefe beträgt. Es müssen also schon in einer Tiefe von wenigen hundert Kilometern Temperaturen herrschen, die es durchaus begreiflich machen, daß aus den Vulkanen alle Gesteine in geschmolzenem Zustand hervordringen, wenn auch mit dem wachsenden Druck der Massen — der von 3 zu 3 Meter um eine Atmosphäre zunimmt — sich eine Schmelzpunktserhöhung einstellt. Diese Beobachtung zwang zu der Annahme, daß unter

5*

den Schmelzherden wieder ungeschmolzenes Gestein vorhanden ist. Da man aber weiterhin entdeckte, daß ein noch stärkerer Druck den Schmelzpunkt wieder senkt, befreundet man sich mit der Hypothese, in etwa 300 bis 3000 Kilometer Tiefe eine Zone glutflüssigen Erdinnerens anzunehmen, deren Gesteine jedoch trotz ihrer Flüssigkeit infolge des enormen Druckes wie feste Körper beschaffen sind. Da nun schließlich auch die schwersten Gesteine der Erdoberfläche nur ein spezifisches Gewicht von 2,8—3,0 besitzen, die Erde als Ganzes aber 5,6, so muß, um das zu erklären, angenommen werden, der größte Teil des Erdinnern, der eigentliche Erdkern bestehe aus Metallen (vielleicht in gasförmig-starrem Zustand), unter denen Eisen sicher das häufigste ist, Platin und Gold aber wohl auch nicht fehlen können.

Mag sich an diesem heute allgemein als richtig angenommenen Bilde von der Natur des Erdinnern auch im Laufe der Zeit noch so viel ändern, die Tatsache bleibt bestehen, daß sich alle Gesteine an der Oberfläche in einem andern physikalischen Zustand befinden als in der Tiefe, und daß dieser Zustand in verschiedenen Tiefen ein anderer sein muß. Das aber ist durch die Eigenschaften der Gesteine als solche nicht erklärlich, sondern gehört zu den Eigenschaften der Erde. Es scheint eine Integrationserscheinung, ein Neues, Besonderes, aus der Integration Fließendes zu sein.

Auch die selbst von der Geologie nicht völlig nach Gebühr gewürdigte Erscheinung der *Schollenbewegungen* scheint nur als Integrationserscheinung erklärbar zu sein. Man versteht darunter die Tatsache, daß die Panzerdecke der Erde, gleich einer Eiskruste, die abgeschlossenem Wasser nachgegeben hat, in Schollen zersprungen ist (Abb. 15), nicht unbeweglich bleibt, sondern säkulare Transversalbewegungen ausführt. Dadurch sinken große Schollen zur Tiefe, andere steigen empor oder werden aneinander emporgepreßt oder aufgefaltet. Diesen Vorgängen folgt die zwei Drittel der Erdoberfläche überspülende Meeresbedeckung, indem sie sinkende Schollen allmählich überflutet *(Regression)*, vor emporstrebenden aber zurückweicht *(Transgression)*, wofür auf Erden an allen Küsten ebensogut wie im Innern der Kontinente reichlich Zeugnisse zu finden sind.*) Auch sonst zeigt sich die Schollenhebung in der die ganze Erdgeschichte begleitenden *Gebirgsbildung*, die ihre großartigsten Dokumente im armorikanisch-variskischen Gebirge der Steinkohlen- und Permzeit und dann in der ungeheuren Auffaltung von Kettengebirgen seit der Kreidezeit bis zur Gegenwart hinterlassen hat, die nacheinander als Pyrenäen, neuseeländische Gebirge, Ostalpen, Jura, Karpathen, Himalaya, Kaukasus und Westalpen in Erscheinung traten.

Sitz dieser Kräfte, welche natürlich Folgen für die Existenzbedingungen der Lebewesen nach sich ziehen, ist stets nur das Erdinnere. Wenn man auch nicht mehr darüber zu sagen vermag, so ist doch das eine jedem

*) Eine ausführliche Darstellung der Transgression und ihres Widerspiels auf deutschem Boden findet der Leser im 3. Teil der Grundlagen der objektiven Philosophie, der unter dem Titel: „München, Die Lebensgesetze einer Stadt“ erschienen ist.

Zweifel entrückt, daß nicht die der Senkung und Hebung selbst unterworfenen Schollen die Urheber des Vorganges sind, sondern die Erde als Ganzes, die sich auf diese Weise im Verlauf ungemessener Zeiträume auf ihrer gesamten Oberfläche bald in ein Wellenkleid hüllt, bald mit den Faltenzügen von Hochgebirgen umgürtet. Dadurch ist das Leben gezwungen, entweder vor den allmählich um sich greifenden Änderungen zu fliehen, sich also ständig an neue Wohnsitze anzupassen oder sich den neuen Bedingungen des Wasser- oder Landlebens zu unterwerfen, was auch nur wieder durch Neuanpassungen geschehen kann. Der Lebensstoff aller wird dadurch in die beständige Notwendigkeit der Umformung versetzt, und so ist der Erdriese als Ursache der tausendfältigen Anpassungen und in ihrem Gefolge der *Entwicklung des Lebens* erkannt. Das ist ein Prozeß, an dem das Menschengeschlecht auf das Lebhafteste interessiert sein muß, ist er es doch, durch den sich die Lebenssubstanz allmählich in die Form des Menschen umgeprägt hat. Mit anderen Worten, so wie das komplexe System, das man Mensch nennt, Einfluß auf seine Teile, nämlich Organe und Zellen hat, so hat auch das als Erde bezeichnete komplexe System die Fähigkeit, durch seine spezifischen Eigenschaften auf das Tiefste seine Teile, die Organismen samt dem Menschen zu beeinflussen.

Meerestransgressionen, Kontinentbildung, Gebirgsauffaltung, Entwicklung des Lebens, Herausbildung des Menschen aus dem Lebensstoff sind Funktionen eines Weltkörpers; sie gehören zu seinem Qualitätenkreis. Und in ihnen schlagen die Fluten der Weltgesetze über unserem Haupte zusammen: sie reißen uns widerstandslos in unbekannte Zukunft und schmieden uns in einen Ring des Geschehens, gegen dessen Größe alle menschlichen Interessen zu dem zusammenschrumpfen, was sie wirklich sind, nämlich zur „Zoësis“ eines Atoms im Weltganzen.

Funktion des Erdriesen auf dieser Integrationsstufe ist auch die merkwürdige Tatsache der *Pendulation.* Auch sie haftet keinem der durch sie betroffenen Teile, weder der Atmosphäre, noch dem Eis oder den Lebewesen an, sondern geht so als „Schicksal“ über sie hinweg, wie jede aus Integrationsursachen stammende Fähigkeit über die Teile, aus deren Zusammenwirken sie aufsteigt, also zum Beispiel auch der Menschengeist über des Menschen Körper und die ihm erreichbare Umwelt.

Pendulation ist eine säkulare Verlagerung der Drehungsachse der Erde. Wenigstens faßt sie so *P. Reibisch* auf, der 1901 mit dieser Ansicht auftrat und alsbald in *P. Kreichgauer* und *O. Simroth* kenntnisreiche Mitkämpfer fand, welche die Pendulationstheorie auch zu ihrer heutigen Anerkennung führten.

Es ist dabei gar nicht so wichtig, ob man sie in der von diesen Forschern ausgeprägten Form annimmt, wonach die festen Pole Sumatra und Ekuador sind, oder ob man mit *Kreichgauer* glaubt, der Südpol sei vom Präkambrium bis zur Gegenwart allmählich gewandert (Abb. 16), bis er den Nordpol er-

reichte und eine vollständige Umkehrung der Pole erzielt war. Wichtiger als diese im Fluß der Diskussionen noch strittigen Einzelheiten ist die von Astronomen, Geophysikern, Geologen und Klimatologen einhellig zugegebene Tatsache, daß die Pole der Erde nicht unveränderlich fixiert sind, sondern sich allmählich verlagern. Man hat — und das ist unmittelbare Anschauung — auf den Sternwarten von Pulkowa, Potsdam, Prag und anderen in historischer Zeit Änderungen der Polhöhe um eine halbe Sekunde beobachtet, kann also an der Tatsache selbst nicht zweifeln.

Nun legt die Stellung der Pole die thermischen Klimazonen fest, zugleich damit die Meeresströmungen, den Weg der Winde, den der Minima und Regen,

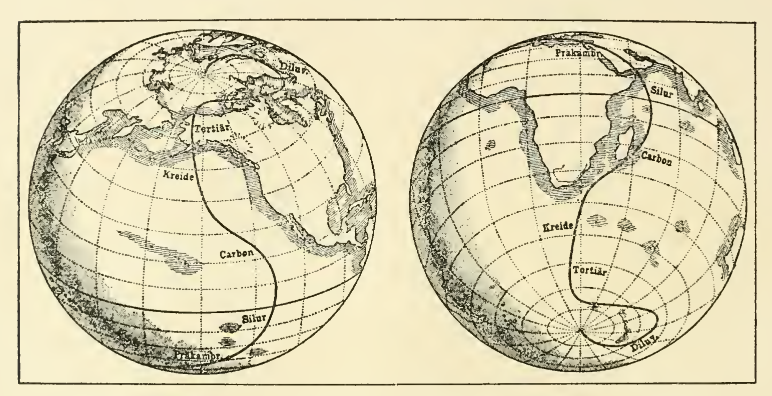


Abb. 16. Die Bahn der Pole (links Nordpol, rechts Südpol) nach der Pendulationsauffassung von P. D. Kreichgauer

damit aber auch die Verbreitungsgebiete von Schnee und Eis, von Wald, Steppe und Wüste, also der gesamten Flora und Fauna. Wandert der Pol, dann wandert das alles mit. Das ganze Antlitz der Erde verändert sich.

Tatsächlich weisen ältere Ablagerungen Zeugen derartiger Verschiebungen in reicher Anzahl auf. Korallenbänke, die an eine bestimmte Meerestemperatur gebunden sind, zeigen sich hoch im Norden, südliche Pflanzen wurden im Tertiär um 20 bis 30 Breitegrade weiter gegen Norden aufgefunden, als sie heute leben; dagegen waren lange Zeit hindurch unsere milden heimischen Landschaften unter einer Vereisung begraben, die der des heutigen Grönland nahekommt, kurz ein ständiger Zug der Klimate zieht sich genau so wie die Wogen der Transgression durch die ganze Erdgeschichte und läßt keine andere Deutung zu, als die einer langsamen Polverlagerung. Diese ist jedoch nur wieder ein anderer Ausdruck für eine bestimmte Eigenschaft des Geoids, das nicht mathematisch starr in eine unveränderliche Rotationsebene gebannt ist, sondern offenbar irgendeine Fähigkeit eigener Betätigung hat.

Erst auf der Integrationsstufe des Weltkörpers erlangt die Materie solche Fähigkeit, die ihren Teilen völlig abgeht. Man kann mit Recht sagen: *der Weltkörper ist es, der penduliert, der seine Schollen bewegt und dadurch das Rad der Klimate, der Meereswanderungen, der Gebirgsbildungen und nicht zuletzt das der Entfaltung des Lebendigen in Bewegung gesetzt hat und noch dreht.* Der Weltkörper hat auf diese Weise die Kontinente hervorgebracht, die Verteilung der Wüsten, der Pflanzen und Tiere geregelt, ihre Mannigfaltigkeit durch die Nötigung zu Anpassungen erzwungen und zuletzt aus seinem Schoße den Menschen in die Welt gesetzt und ihn durch Eiszeit und tausend Nötigungen zur Kultur herangezogen.

Die Erde hat also tatsächlich ihre Sonderfähigkeiten, welche die der Menschen beeinflussen. Aber auch die Erde ist wieder nur die Einheit unter vielen. Soweit menschlicher Geist das Universum überblicken kann, sind es noch drei Integrationssysteme, in die sie als Teil eingeordnet ist: das *Sonnensytem*, die *Milchstraße* und das System der *Weltnebel.*

Sie bildet mit ihren Gefährten eine Einheit höherer Ordnung, die sich zunächst auch in dem Gesetz von deren zueinander abgestimmten Bewegungen ausspricht. Sämtliche Planeten und auch Planetoiden, sowie ihre Trabanten stören sich gegenseitig in ihren Bewegungen (vgl. dazu das Problem der Störungen auf S. 17), gleichen sich jedoch in ihren Bahnen auch wieder so weit aus, daß von dem Sonnensystem mit Recht als von einem harmonischen System gesprochen werden kann.

Der einheitliche Zusammenschluß gibt sich auch darin kund, daß *alle* Energie der Systemglieder — und das gilt natürlich auch für die Erde, deren Bewohnern es nur zum geringsten Teil bewußt ist — einheitlichen Ursprung hat und von der Sonne stammt. Die von ihr ausgehenden Energiequanten (Lichtquanten) transformieren sich in der vieltausendfachen Gestalt, in der sie uns umwittern und uns selbst das Dasein ermöglichen. Man vergesse ja nie, daß wir alle wirklich das sind, was der Kaiser von China von sich sagte, nämlich Söhne der Sonne, und mit uns alles, was wir als irdisch erleben. Auf der ganzen Erde gibt es nur eine Energiequelle, von der alles ausgeht und zu der alles zurückkehrt,*) was die tiefste Wurzel des Satzes von der *Erhaltung der Energie* ist. Außer den gemeinsamen Bewegungen und dem Licht zeigt sich die Einheit auch noch in den untergeordneteren Tatsachen der magnetischen Ströme zwischen Sonne und Erde.

Man könnte nun versucht sein, in der Tatsache der enormen Energieausstrahlung durch die Sonne, ebenso in der wunderbaren Verkettung dieser Systemteile durch die *Gravitation* Integrationsleistungen zu sehen. Nichts

---

*) Um so verwunderlicher ist es, daß einige Meeresströmungen durch die Rotation der Erde erhalten werden. Aber wenn diese, wie anzunehmen ist, letzten Endes auch auf die Sonne zurückgeht, ist die Einheit wieder hergestellt. Denn auch die *Gezeiten*, als deren Ursache Mond und Sonne gelten, fallen in diesen Gedankengang.

wäre aber irriger als das. Denn die Energieabgabe durch die Sonne, welche in sich ja 1 300 000 Erden aufnehmen könnte, ist nichts als eine bloß quantitative Steigerung der Erdleistungen. Auch die Erde sendet ein, zwar nur schwaches Licht aus, das durch vielfache astronomische Beobachtungen sichergestellt ist; auch von ihr gehen daher Energiequanten aus, und die Sonne ist darin nur der primus inter pares, eine Tatsache, die sich selbst Astronomen nicht immer genügend vor Augen halten.

Noch weniger ist die erstaunliche Schwerkraft, nach deren Gesetz sich der feierliche Reigen der Planeten dreht, eine Fähigkeit, die aus dem Zusammenwirken der Systemteile stammt. Gravitation eignet gerade schon den allerkleinsten Teilchen des Systems durch viele Integrationsstufen hinunter bis zum Atom und Elektron. Sie gehört untrennbar zu dem Begriff der Materie und hat mit der Integration als solcher wohl nicht das geringste zu tun. Es ist auch falsch, sie als Weltkraft zu bezeichnen; sie findet sich bloß in der beschränkten Welt des Materiellen, kann daher nicht das grundlegende Gesetz, nicht eine der Urtatsachen des Seins sein.

Dagegen mag ein Teil der dem Erdkörper eignenden Eigenschaften auf Rechnung dieser Integrationsstufe geschrieben werden. Niemand hat ja noch daran gedacht, an diesem Punkte zu forschen. Vor allem scheint die Tatsache der Wärme- und Lichtemission, also der Ursprung aller Licht- (damit auch Elektrizitäts-) und Wärmeerscheinungen der Erde in diesem Zusammenschluß zu einem Sonnensystem zu liegen, mit anderen Worten die „Sonnenhaftigkeit" das Produkt dieser Integrationsstufe zu sein.

Sicheres läßt sich hierüber ohne weitere Vorarbeiten nicht aussprechen. An solchen aber fehlt es ganz. Man geht von da ab überhaupt völlig auf neuen Pfaden und muß der Wissenschaft den Weg weisen, statt sich von ihr leiten lassen zu können. Es hat daher alles, was über die Integrationsstufen höherer Ordnung noch zu sagen ist, bloß provisorischen Charakter.

Unser Sonnensystem vereinigt sich mit vielen anderen zu einer Einheit allerhöchsten Ranges, zum *Fixsternsystem* (Abb. 17), dessen Glieder durch gesetzmäßige Beziehungen aneinander gebunden sind, wie die Moleküle oder Atome eines Körpers. Dieser „Fixsternkörper" ist aber für uns weder völlig überschaubar, noch haben wir von seinen Qualitäten mehr Kenntnis, als einige gelegentliche Einsichten. Immerhin genügen diese, um den Ausspruch zu rechtfertigen, daß auch den höchsten Integrationsstufen neue Steigerungen der Eigenschaftshöhe nicht abgehen. So wissen wir zum Beispiel, daß sich alle Fixsterne um eine gemeinsame *Weltachse* drehen (vgl. Abb. 18), also einem höheren Gesetz untergeordnet sind, von dessen Sinn freilich wir, die wir inmitten des „Körpers" sitzen, den man von außen betrachten müßte, um ihn wirklich zu kennen, nichts aussagen können.

Eine andere gemeinsame Beziehung des ganzen Fixsternsystems beginnt in den letzten Jahren aus dem Tatsachenberg der beschreibenden Astronomie hervorzuleuchten. Es ist das von den Astronomen *Kapteyn* in Groningen



Abb. 17. Ein Teil des Fixsternhimmels mit dem großen Nebel bei S Monocerotis



Abb. 18. Himmelsphotographie aus der Gegend des Polarsterns
Das Fernrohr folgte hierbei nicht den scheinbaren Bahnen der Sterne. Dadurch zeichneten sich diese als Kreise ab, und die Achse ihrer Bahnen wurde sichtbar



Abb. 19. Nebelstreifen an den Sternen der Plejaden
Aufnahme der Therkes-Sternwarte im Jahre 1901



Abb. 20. Sternhaufen im Sternbild des Centauren. Herschel und Kant hielten diese Sternhaufen noch für eine Weltinsel nach Art unserer Milchstraße

(seit 1902) und *Kobold* in Kiel (seit 1908) errechnete besondere Baugesetz des Fixsternsystems. Diese Erwägungen fußen auf Beobachtungen nach der Art jener, daß zum Beispiel fünf von sieben Sternen im Sternbild des großen Bären, ebenso fast alle Glieder der Sterngruppe der Plejaden oder jene der Hyaden parallel in Eigenbewegung verharren. Solcher Sterne gibt es sehr viele; viele haben ihre Bahn gleichsinnig mit der Sonne, bald gegen sie gerichtet; manche zielen mit ihr auch senkrecht auf die Milchstraße. Wenn man nun diese Beobachtungen alle auf eine Himmelskarte einträgt, lassen sich bald zwei Schwärme von Fixsternen erkennen, die sich gegenseitig durchdringen. Man erkennt bald, daß diese Durchdringung nur eine scheinbare ist und eigentlich eine perspektivische Täuschung darstellt, weil wir in das ganze Gebilde nicht vom Zentrum aus, sondern seitlich hineinblicken. Eigentlich sind diese zwei Schwärme die Äste einer Spirale. an die sich auch sekundäre Äste angliedern. *Kobold* spricht sich darüber in folgender Weise aus: „Ein Haufen von Millionen von Sternen strahlt von einem gemeinsamen Mittelpunkte, gleichsam wie von einem Kerne aus, in zahllosen Windungen, deren Bewegungen zumeist der Milchstraße parallel laufen.“



Abb. 21. Schema des Sternsystembaues nach den Vorstellungen von Easton. Danach stellt unser Fixsternsystem eine Spirale dar, nach Art der Spiralnebel in den Jagdhunden (vgl. Abb. 2)

Es wird demnach festgestellt, daß das Fixsternsystem, dem auch unsere Sonne angehört, die Milchstraße mit eingeschlossen, eine Spiralbewegung ausführt (Abb. 21). Von sehr großer Entfernung aus gesehen, müßte es ein Bild bieten, wie die großen Spiralnebel an unserem Firmament, etwa der schon mit einem mittleren Feldstecher wahrnehmbare *Andromedanebel* oder der berühmte Spiralnebel in den Jagdhunden (vgl. Abb. 2), die nach Ansicht einiger neuerer Astronomen möglicherweise unserem Fixsternsystem gleichwertig sein sollen.

Auf dieser Grundlage steht die Meinung, daß sich auch die Fixsterne zu einer höheren Einheit zusammenschließen, ihrerseits auf einer höheren Integrationsstufe die „Materienbildung“ und Singulation ebenso wiederholen, wie die Sonnensysteme wenigstens die Mechanik der Atome, und offenbar durch Zusammenschluß mehrerer Sonnensysteme zu Gruppen auch die der Moleküle. Wir kennen eine große Anzahl von *Doppelsonnen* (Abb. 106), auch

Sternhaufen, von denen der berühmteste, die mit freiem Auge nur als Siebengestirn*) wahrnehmbaren *Plejaden*, durch Himmelsphotographie in 1681 Sterne aufgelöst wurde, von denen einzelne (z. B. *Maja)* um andere kreisen. Andere große Sternhaufen, wie der den Plejaden ähnliche im Herkules, umfassen 6000 Sterne. Auch unsere eigene Sonne ist in einen derartigen „astromolekularen“ Zusammenhang verkettet, denn die Erde beschreibt mit ihr eine Bewegung nach einer Himmelsgegend, die zwischen den Sternbildern des *Herkules* und der *Leier* liegt und mit 18,6 Kilometersekunden (nach *Campbell* sogar 19,9 Kilometersekunden) stattfindet. Offenbar gehört sie also in ein größeres System und kreist um eine *Zentralsonne*.

Dieser Begriff des Fixsternkörpers deckt sich aber immer noch nicht mit der letzten wahrnehmbaren Integrationsstufe, dem Begriff *Weltsystem* selbst, dem zahlreiche, vielleicht sogar zahllose Fixstern-Inseln und Milchstraßen nach Art der unseren angehören, außerdem aber große Massen von leuchtenden und dunklen, glühenden und kalten Nebeln. Sie sind, zum Teil wenigstens, dem im Teleskop geschärften Blick noch zugänglich; an der Existenz des Weltsystems läßt sich demnach nicht zweifeln. Von ihnen ist einer, der *Orionnebel*, eines der schönsten Gebilde des ganzen Firmaments, dem geübten Blick auch ohne Fernglas, jedermann aber schon in einem schwachen Fernrohr sichtbar. Je tiefer man aber in das unermeßliche Gewölbe eindrang, desto zahlreicher wurden sie, und von dem so erfolgreichen Heidelberger Astronomen *Wolf* weiß man, daß ganze Gegenden des Himmels wie besät mit kleinen Nebelflecken sind. In einem so kleinen Kreis, wie ihn die Mondscheibe darstellt, zählte man oft bis gegen 130 Nebelflecke, die dann immer gesetzmäßig von sternarmen Zonen umgeben sind. Manche dieser Nebel sind etwa so weit entfernt, wie die weitesten Sterne (*Kapteyn* fand 168 Nebel an 700 Lichtjahre, also so weit entfernt, wie die Sterne zehnter Größe), andere, sogar die große Mehrzahl, waren überhaupt zu weit, um noch der Messung zugänglich zu sein. Und das will viel heißen, da doch die äußersten Grenzen der Teleskopleistung heute auf 20 000 bis 60 000 Lichtjahre**) hinausgeschoben sind, in welcher Entfernung die Sterne 16. bis 17. Größe schweben.

Seit der Spektralanalyse weiß man, daß diese Nebel Gase sind, meist Hydrogen und ein auf Erden nicht vorkommendes Gas, *Nebulium* genannt, enthalten. Im Orionnebel ist auch der Luftbestandteil Helium nachgewiesen worden. Von verschiedenen kennt man auch rotierende Bewegungen und kann mit Wahrscheinlichkeit sagen, daß sie sich zu Sternhaufen umformen. Von anderen, die dunkel sind und kalt, weiß man mit den Sinnen nichts;

---

*) Diese mit feinem Nebel umgebenen Sterne sind bekanntlich ein trefflicher Prüfstein für Scharfsichtigkeit, denn nur ein besonders gutes Auge kann den siebenten ohne Fernglas in der Gruppe erkennen.

**) Ein Lichtjahr ist die Entfernung, die durch 300 000 Kilometer × 31,536 000 ausgedrückt wird, also 9,5 Billionen Kilometer.

man setzt sie nach dem Vorbild von *Sv. Arrhenius* nur voraus, um Einheit und Verständnis für das Weltbild zu schaffen. Denn — so sagt man sich — wo käme sonst die von so zahllosen Sonnen des Weltsystems ununterbrochen ausgestrahlte Wärme hin? Verloren kann sie nicht gehen, da niemals irgendwelche Energie verloren geht. Wenn auch langsam, so müßte sie doch seit der Ewigkeit, die vor uns liegt, den Weltenraum erwärmt, ja ihn zum Glühen gebracht haben. Davon aber ist keine Rede. Im Gegenteil, seine Temperatur liegt viele Grade unter dem Nullpunkt. Also muß die Wärme irgendwo verschluckt und in eine andere Energieform umgebildet worden sein.

Die einfachste Annahme, die das erklärt, ist die Existenz dunkler und kalter Nebel, in denen die Wärme allmählich in elektrische Spannung transformiert, deren Leuchten und Glühen veranlaßt. *Sv. Arrhenius* verwendet diese Annahme in seiner Kosmogonie. Aber freilich ist das kein Wissen mehr. man tastet vielmehr nur mit Hypothesen an den Grenzen des Wissens umher.

Immerhin schmiedet sich aus diesen Grenztatsachen des Wissens doch ein Ring ganz sicherer Festlegungen, die nicht mehr geändert werden können. Die erste haben wir bereits weggenommen, als wir *die Existenz einer weiteren Integrationsstufe über das Fixsternsystem hinaus bejahten.* Die zweite ist, daß diese Stufe den Namen eines *Kosmos* insofern verdient, *als sie ein einheitliches und durch Gesetze geordnetes Ganzes darstellt.* Das Wichtigste an dieser Festlegung ist die *Einheitlichkeit* des Weltsystems. Wenn wir auch, um mit *Arrhenius* zu reden, immer noch auch jetzt nur die ersten Grundrisse einer Kenntnis der Sternenwelt besitzen, so kann man doch aus dem vorhandenen Wissen mit großer Sicherheit auf das noch Unerforschte schließen, wenn man annimmt, es sei nicht anders als das Bekannte. Wenn man vor fünfzig und hundert Jahren so gehandelt hätte, wäre man in keine Irrtümer verfallen, trotz der großen Fortschritte, welche die letzten zwei Forschergenerationen bewirkt haben. Das Weltsystem scheint von großer Gleichförmigkeit zu sein; das uns Sichtbare scheint sich auch in dem uns nicht Zugänglichen fortzusetzen; die Gesetze, die *hier* gültig sind, verlieren auch *dort* nicht an Geltung.

Daraus folgt, daß auch die höchste der erkennbaren Integrationsstufen sicher Sondereigenschaften besitzt, die nur ihr eignen, und daß zweitens diese für unser Erkennen „höchste", de facto noch nicht die letzte der Integrationsstufen sein kann.

Welcher Art diese Sondereigenschaften sein mögen, wird allerdings mit jeder neuen, der menschlichen übergeordneten Integrationsstufe schwankender und schwerer feststellbar. Die Linien werden allmählich so groß, so übermenschlich, daß sie sich den Sinnen und dem Denken entziehen. So wie einer, der auf einer so großen Kugel wie die Erde, sitzt, schon erhebliche Mühe hat, die Krümmung ihrer Oberfläche wahrzunehmen. Vielleicht ist es eine erst auf dieser Daseinsstufe auftretende Gesetzmäßigkeit, *daß die Entwicklung in jedem Sinn zum Kreis wird. Im Kosmischen hat der Ent-*

wicklungsbegriff nämlich keinen Sinn mehr! Wer von Entwicklung Neues hofft, kann ihr doch nur den Begriff der *Epigenesis* und nicht den der *Evolution* beilegen. Er muß annehmen, daß das Spätere, Neue sich wirklich als ein noch nicht Dagewesenes aus dem Vorhandenen herausbildet, in dem es nicht präformiert liegen kann. Sonst wäre es eine bloße Herauswicklung, und es käme durch die Entwicklung überhaupt nichts prinzipiell Neues zustande. Es ist an sich ohnedies eine Begriffstrübung, wenn die Entwicklungstheoretiker die individuelle Entwicklung der Lebewesen *(Ontogenie)* ohne weiteres der Herausbildung neuer Lebensformen *(Phylogenie)* oder der Entstehung neuer Kontinente oder von Klimaschwankungen oder neuen politischen Parteien, von Staatsformen oder dem Wechsel von Baustilen (erdgeschichtliche Entwicklung, geschichtliche, kulturelle Entwicklung) gleichstellen. In dem erstgenannten Fall hat man, wie der Schöpfer des Entwicklungsbegriffes *K. F. Wolff* (1735 bis 1794) ganz richtig feststellte, de facto eine Epigenesis vor sich, da das neue Lebewesen in dem Keime nicht vorgebildet ist, im Falle der „phylogenetischen Entwicklung" eine echte Evolution, nur eine Umformung zu vordem ähnlich Dagewesenen, während erdgeschichtliche oder politische Entwicklungen nicht das geringste mit Vererbung zu schaffen haben, sondern nur Kumulation von Erscheinungen höchst verschiedenen Ursprunges sind. Aber auch, abgesehen von diesem, reinlichem Denken ohnedies unerträglichen Vermischen nicht zusammengehöriger Begriffe: was soll die Vorstellung von Entwicklung noch für einen Wert haben, wenn die Entwicklungslinie zu ihrem Ausgangspunkt zurückführt? Daß solches aber mit allem Seienden der Fall ist, wird sinnenfällig durch die genauere Kenntnis des Kosmischen gelehrt.

Am Himmel schweben nebeneinander Weltkörper, welche sämtliche Formen und Zustände aufzeigen, die ein Gestirn im Laufe seiner Entwicklung überhaupt aufweisen kann. Vom hypothetischen kalten und dunklen Nebel angefangen bis zur mit Leben bedeckten blühenden Erde läßt sich lückenlos jene Serie zusammenstellen, auf welche die Entwicklungstheoretiker so machtvoll pochen, wenn sie Glauben heischen.

Es ist tatsächlich richtig, daß man glühende Nebel beobachten kann, an denen nur die äußere Hülle in den Farben von *Hydrogen* und *Helium* leuchtet, während ihr Kern dunkel und kalt ist. Es gibt auch vollkommen leuchtende Nebel. Solche ohne Bewegung und solche, die rotieren. *Herschel* kam durch das Vergleichen derartiger Gebilde zu einer Genetik der Sternhaufen, denn er sah Nebel mit zusammengeballtem Kern und alle Übergänge bis zu Gebilden nach Art der *Plejaden,* deren fester Körper nur mehr von einer zarten Nebelzone umflort ist (Abb. 19). Und es ist nur die andere Ausdrucksweise, die darauf vergessen läßt, daß auch die Atmosphäre von *Sonne* und *Erde* nichts anderes als ein aus Wasserstoff, Helium und anderen Gasen bestehender Nebel sei, so wie es eine Wasserdampfatmosphäre auch auf allen *Planeten* mit Ausnahme des sehr alten *Merkur* gibt. Der ganze

Jupiter macht den Eindruck eines geballten Gasnebels, beträgt doch sein spezifisches Gewicht weniger als das der festen Materie auf Erden, nämlich nur 1,27, was übrigens auch für die äußeren Planeten überhaupt gilt.[18]

Glühende Gasbälle nach Art der Sonne (mit 1,42 spez. Gewicht), gemeinhin auch Sonnen genannt, durcheilen den Weltenraum in unermeßlicher Zahl. Sie sind es, die man *Fixsterne* nennt. Aber sie sind nicht alle gleich, sondern lassen durch Vergleichung alle Stadien einer Abkühlung erkennen. *Sirius*, der Hundsstern, von dem *Arrhenius* glaubt, er werde immer noch heißer, leuchtet in weißem Licht; unsere Sonne ist gelblich, der Stern *Aldebaran* rötlich und die Sonne *Beteigeuze* aus dem Sternbild des *Orion* rot. Man hat Wege gefunden, um die Temperaturen der Gestirne schätzen zu können, und fand im Einklang mit dieser auch auf Erden wohlverständlichen Farbenskala die Temperaturen der Sonnen wirklich verschieden. Als heißeste Sonne gilt λ *Tauri* mit 40 000° C, dann folgen solche, wie im Bilde des *Orion*, mit 13 000 bis 8000°; *Wega* und *Sirius* sind immer noch um 1000° heißer als die Sonne, in der vielleicht 6000 bis 4000° C Hitze herrschen. *Beteigeuze* steht in der Klasse derer, die nur 3000° messen; die letzte Klasse hat gar nur 2800°. Eine andere Sicherung dieser Ergebnisse besteht in der Erwägung: je heißer eine Sonne ist, desto mehr müßten die Elemente zersetzt sein, aus desto weniger Elementen müßte sie bestehen. Tatsächlich hat die Sonne weniger Elemente als die Erde, *Sirius* noch weniger, manche sehr heiße Sterne bestehen überhaupt nur aus Wasserstoff.

Natürlich sind diese Zahlen nur vage Schätzungen, aber das Wesentliche an ihnen wird bleiben, nämlich, daß die Sonnen verschieden sind. Es gibt *sogar dunkle Sonnen* am Firmament, die man nicht sehen, nur durch die Gravitationsstörungen, die durch sie verursacht wird, erkennen kann. *Sirius* ist zum Beispiel ein Doppelstern und hat einen dunklen Begleiter. Auch *Maja* in den Plejaden zeigt Bewegungsanomalien, die nur dadurch erklärt werden können, daß sie um einen dunklen Stern kreist. Ja, der holländische Astronom *Kapteyn* sucht uns auf scharfsinnige Weise zu überzeugen, daß es überhaupt mehr dunkle als leuchtende Sonnen gibt. Er berechnet, wieviel Sterne verschiedener Helligkeit in einer Kugel um die Sonne vorkommen, deren Radius mit 560 Lichtjahren angenommen würde, und fand, daß in dieser Kugel

1 Stern eine Helligkeit von über 10 000 Einheiten
26 Sterne eine Helligkeit zwischen 10 000—1000 Einheiten
1 300 Sterne eine Helligkeit zwischen 1 000—100 Einheiten
22 000 Sterne eine Helligkeit zwischen 100—10 Einheiten
140 000 Sterne eine Helligkeit zwischen 10—1 Einheiten

hatten. Je weniger Leuchtkraft sie hatten, desto zahlreicher waren die Sterne, woraus sich der obige Schluß ergibt.

Von den dunklen Sonnen zu den nur mehr schwach leuchtenden oder gar nicht mehr strahlenden Himmelskörpern ist nicht einmal mehr ein Schritt.

Und die *Planetenphysik* wird nun zum guten Wegweiser der Zustände solcher Gestirne, so wie die großen Sternhaufen oder die „*Magelhaen*'sche *Wolke*" am südlichen Himmel, die aus Nebelflecken (Abb. 2), Sternhaufen (Abb. 20) und Sternen zusammengesetzt ist, über die Zusammengehörigkeit und Änderungen der Himmelskörper bis zur Evidenz unterrichtet haben.

Die Übereinstimmung zwischen der Erde als Stern und den anderen Planeten erlaubt es, von diesen Rückschlüsse auf jene zu wagen. So spiegeln die ferner als die Erde um die Sonne kreisenden Kugeln wie *Jupiter*, *Saturn*, *Neptun* frühere, die innerhalb ihrer Umlaufellipse sich bewegenden, namentlich *Venus* und *Merkur*, die noch kommenden Stadien ihrer Existenz. Darauf begründet die Entwicklungslehre ihre Ansprüche und malt mit voller Überzeugung ihr so volkstümlich gewordenes Bild vom erkaltenden Glutball, dessen Wasserdampfatmosphäre sich niederschlägt, worauf er zuerst einfaches, dann höheres Leben hervorbringt, das eines Tages erlöschen wird, so wie die Gebirgsbildung erlischt, die Wasser als „*Gebirgsfeuchtigkeit*" von den Gesteinen aufgenommen werden und die Erde nicht anders denn *Mars* und *Mond* durch den Weltenraum rollen wird. Förmlich sentimental hat man sich einen „Weltuntergang" ausgemalt mit einer „erkalteten, toten Erde", die irgendwann einmal durch einen Zusammenprall, wie man ihn an aufflammenden Sternen am Firmament oft genug beobachtet hat, wieder in ihre Bestandteile zerstieben wird. Spuren solcher zersprengter Himmelskörper lagert jeder Tag auf der Erdoberfläche ab. Täglich nimmt die Erde 100—200 Tonnen *Meteoriten* und dazu *kosmischen Staub* auf, die zusammen eine Musterkarte der Weltenmaterie darstellen (vgl. Abb. 22).

Woraus bestehen diese aus dem Himmelsraum fallenden, durch ihre Reibung an der Atmosphäre oft aufflammenden Steine, die zum mindesten als *Sternschnuppen* schon von jedermann gesehen wurden? In den meisten Fällen aus Eisen, weshalb sie auch zur Stütze der Ansicht vom eisernen Erdkern verwendet wurden. Tatsächlich bestehen sie oft aus anderen Mineralien als die Erdrinde, oft sind darin Glasflüsse vorhanden und große Kristalle. Damit ist wenigstens das eine mit Sicherheit erwiesen, daß die Singulation im Weltenraum bis zur Integrationsstufe der Kristalle reicht. Die Meteorite enthalten keine wasserhaltigen Verbindungen, überhaupt kein Wasser, dagegen Kohlenwasserstoffe, wie man sie von den Gestirnen kennt, und eine Anzahl von Chloriden, Sulfiden und Phosphiden, die auf Erden zwar vorkommen, aber unbeständig sind. Dagegen fehlen ihnen so typisch irdische Mineralien wie Quarz, alle Arten von Feldspat, Glimmer, Amphibol.

Mit Sicherheit geht daraus hervor, daß sie jedenfalls nicht oberirdischen Ursprungs sind. Ihre Übereinstimmung mit dem tieferen Erdinneren und den Bestandteilen der Sonne ist erwiesen. Mag nun die Ansicht Recht bekommen, die in ihnen zersprungene Weltkörper sieht, oder mag sich die Zukunft an *Schiaparelli* und *Arrhenius* anschließen, die sie und den kosmischen Staub mit den *Kometen* und Ausschleuderungen der Sonne in Zu-

sammenhang bringt, Tatsache bleibt, daß diese Teile der Glieder des kosmischen Systems in unermeßlichen Mengen durch den Weltraum irren und von Kometen und Nebeln ebensogut wie von den vorhandenen Sternen eingefangen werden können. Sie müssen sich stets aufs neue bilden, sonst wären sie von den bestehenden „Fangnetzen" längst alle eingefangen worden. In ihnen, namentlich in den enorm großen Nebeln, müssen sie sich anhäufen und, da die Herausbildung von Sonnen aus Nebeln beobachtet ist, sich an dem Neuaufbau von Sternen beteiligen. Verloren gehen sie ebensowenig wie die Licht- und Energiequanten, die sich von ihren Emissionszentren ablösen.

Der aufbauenden Entwicklung steht also ebensoviel Zerfall und Neuaufbau gegenüber, so daß keine Tatsache des Kosmischen wohl besser erhärtet werden kann, als nicht nur die *Erhaltung von Energie und Materie*, sondern auch *die Wiederkehr der Formen, die Reïntegration der Integrationsstufen im Kosmischen.*

Das aber war es, was zu beweisen war. *Die Entwicklung kehrt im Kosmischen zu ihrem Ausgangspunkt zurück, sie hebt sich selbst auf, weil sie zum Kreise wird.* Es gibt keinen Anhaltspunkt für die Idee eines Weltunterganges, ebensowenig einen dafür, *daß dem Tod eine andere Bedeutung zukommt, als dem Aufhören einer Systembedingung, die sich aber wieder regeneriert.*

Es gibt keine Entwicklung in dem Sinne der älteren, auch der *Häckel*schen Naturphilosophie, es gibt keine im absoluten Sinne; wir werden dieses so viel mißbrauchte und irreführende Wort daher auch durch den Ausdruck *Entfaltung* besser ersetzen. Die physische Welt als solche ist konstant; *ein Entwicklungsgesetz als Weltgesetz aufzustellen, hat keinen Sinn.* Entwicklung ist keine Grundtatsache der Welt und nicht dem Weltbegriff immanent. Wohl aber ist es nötig, sie in einem neuen Sinn zu fassen, als einen Vorgang des Ausgleiches, der jeweils die Unstimmigkeiten beseitigt, die den Weltprozeß verhindern, seinen Dauerzstand einzunehmen.

Auf der Höhe der letzten der erkennbaren Integrationstufen des Seins ist sie aufgehoben und dadurch dieser Seinsstufe das gewährleistet, was von jeher die Menschheit dunkel von den Himmlischen empfand, es daher stets als ein Attribut des Allerhöchsten verehrte: nämlich *Dauer* und *Harmonie.*

In dem unbestreitbaren Satz, daß das physische Weltsystem eine konstante Größe darstelle, liegt einbezogen der wunderbare Begriff der Ewigkeit, der nur durch den der Harmonie gewährleistet ist.

Schon dadurch ist es ausgesprochen, daß die Stufe des Weltsystems eine relativ höhere Stufe des Seins darstellt, als jede der in ihr liegenden. Denn von keiner, auch nicht von dem Sonnensystem oder dem Fixsternsystem, konnte diese höchste Bestimmung der Unvergänglichkeit geprägt werden.

Was gierend in Qual und Arbeit und Streben des Menschen Geist für sich von den Himmeln herabreißen will und seit den ersten naiven Versuchen materieller Konservierung nach Art der Ägypter bis zu den Ver-

feinerungen unserer erlesensten Geister, stets als das Ideal des Seins empfand: Unvergänglichkeit, sie ist erreicht bei einer so vielfachen und durch ein derartiges Geflecht von Gesetzen regierten Zusammensetzung, wie sie das Weltsystem aufweist. Jeder kann teilhaben an dieser Unvergänglichkeit. Offen ist die Pforte dazu und klar vorgezeichnet der Weg.

Was soll man tun? Es gibt nur eine Antwort darauf. Die Weltgesetze erkennen, um sie befolgen zu können, und dadurch in Einklang kommen mit ihnen. Dann geht man den Kreislauf der Welt mit und nimmt teil an ihren tätigen und aufbauenden Kräften, an ihnen, die nicht allein aus dem Physischen bestehen, sondern untrennbar verwoben sind mit den geistigen Werken.

Denn schon der aus dem Erkenntnismaterial der Psychologie so unleugbar herausleuchtende *psycho-physische Parallelismus*, den man so oft materialistisch gedeutet hat, sichert dieses Mitgehen der „Werke“ auf gleicher Bahn. So wie kein Biologisches ohne sein entsprechendes Seelisches sich vollzieht auf der kurzen Strecke, da in unserem Bewußtsein beide zusammenfallen, so begleitet die Welt der reinen Vorstellung und Abstraktion alle Stufen der Integration von der ersten bis zur höchsten, und mit einer Art freudiger Erschütterung nimmt der in diesen dunklen Gängen forschende Menschengeist wahr, daß die gleichen Gesetze, welche das physische Universum zusammenhalten, auch dessen Spiegelung regieren, weil es eben nur ein einziger Bios des Erlebens ist.

Das Grundgesetz des Seins, die Singulation, herrscht ebensogut in der Welt der reinen Vorstellung wie in den durch die Sinne gelenkten Vorstellungen: auch jeder Gedanke ist an Form und Gesetzlichkeit gebunden. Und ebensogut wie dort die wunderliche Türmung der Integrationen das beherrschende Gesetz des Seins ist, finden sich Integrationen auch in den geistigen Singula. *Vorstellung, Gedanke, Werk,* diese drei auch einem ersten Blick in dieses Reich sich aufdrängenden Singulationen schließen einander als komplexe Systeme ebensogut in sich steigernder Folge so ein, daß jeweils das Individuum der einen Stufe zum Teil der anderen wird, genau nach Art von Elektron, Atom, Molekül, Körper, Weltkörper oder Zelle, Organ, Organismus. Und ebenso wie in jenen Reihen bedingt auch hier jede neue Singulationsstufe (denn wer hätte nicht schon bemerkt, daß jede Singulationsform einer Integrationsstufe entspricht) neue „singuläre“ Eigenschaften.

Da in einem folgenden Werke über die Gesetze des Schaffens die Besonderheiten der Werke unseres Geistes untersucht werden sollen, kann ich es hier bei einem Hinweis bewenden lassen und die Gesetze der innerlichen Welt nur so weit heranziehen, wie es der Beweis der Einheit des ganzen Erlebens erfordert. Und dem ist mit diesem Seitenblick Genüge geleistet.

Zum Gesamtbegriff und Kreislauf der Welt gehört das, was wir tun, ebensogut wie das, was wir sind, und nicht nur durch unser Sein, sondern auch durch unsere Handlungen stellt sich entweder der Einklang mit dem Weltgesetz her oder aber eine Dissonanz, deren Ausgang nicht zweifelhaft sein

kann. Nur der Einklang sichert die Unvergänglichkeit und das singuläre Weiterfließen im großen Strom des Weltgeschehens. *Dauer* schließt auf diese Weise auch die *Harmonie* in sich, die Disharmonie daher notwendigerweise den Untergang und damit die Vergänglichkeit. Alles Sein und Geschehen zerfällt so von vornherein in zwei Kategorien: in das Dauernde und das Veränderliche. Veränderung ist die Entwicklung. Dauer ist das Höhere, also kann Entwicklung kein Ziel sein.

Wohl aber wird durch diese Veränderungen der Untergang von so vielen Stufen und Gestaltungen des Seins bewirkt, von denen, wie leicht ersichtlich, nur die den Weltgesetzen vollkommen entsprechenden, also die optimalen, zur Harmonie gelangen und damit zur Dauer. Eine stete Auslese, eine *Selektion* findet auf diese Weise statt, die dafür sorgt, daß auf dem kürzesten Wege das Endziel des Weltprozesses, die Dauer der vollkommenen Daseinsstufen, erreicht wird.

Der Begriff des dauernden Seins umschließt also eine ganze Reihe von Forderungen. Seine Analyse zergliedert ihn in einen Aufbau von Bedingungen, die erfüllt sein müssen, bevor er zustande kommt. Er ist gebunden an seine

Integrationsstufen,

durch welche sich erst die Eigenschaften der Welt vollständig runden. Auf jeder Integrationsstufe findet der Versuch statt, zur Dauer zu gelangen durch die *Funktion*, die sich nach dem *Gesetz des kleinsten Kraftmaßes*, nämlich auf dem *kürzesten* Wege regelt und dadurch zu einer steten *Selektion* gelangt. Auf diese Weise stellt sich ein Zustand der Welt ein, welcher der Analyse als ihr *Optimum* bewußt wird, in seiner Gestaltung sich aber als *Harmonie* mit der Wirkung der Unveränderlichkeit, also der ewigen *Dauer* erweist.

Das alles ist im Begriff des „Seins" enthalten, und zwar in jedem Sein, das wir erleben. Sowohl das Sein der „Dinge", wie das der „reinen Vorstellungen", sowohl das der Originale wie der Kopien schließt sie mit ein. In der ganzen Welt des Erlebens sind diese Gesetze:

1. *das Gesetz des Seins,*
2. *das Gesetz der Integration,*
3. *das Gesetz der Funktion,*
4. *das Gesetz des kleinsten Kraftmaßes,*
5. *das Gesetz der Selektion,*
6. *das Gesetz des Optimums,*
7. *das Gesetz der Harmonie*

gültig, sie sind somit die wahren *Weltgesetze*. Ihre Zergliederung und Erkenntnis füllt den Umfang dieses Werkes.

Eine heilige Siebenzahl bedingt und regiert das Erleben der Welt; wer sie erkennt und in seinem Leben und Handeln verwirklicht, der ist im Einklang mit dem Unendlichen. Er hat das Höchste erfüllt, wozu das „Dasein" überhaupt gelangen kann, nämlich harmonische Dauer. Er wirkt dauernd

im Kreislauf der Welt mit ohne Mißklang, Reibung und Leiden; er ist der einzige, der von sich sagen kann: mein Leben war nicht nur glücklich, sondern auch fruchtbar. Denn es erfüllte den Sinn der Welt . . . .

Dies alles sind nur die notwendigen Konsequenzen aus der unmittelbaren Anschauung der Harmonie und Dauer des Fixsternsystems, durch das allein schon, wie anderen Ortes gezeigt werden wird, die so oft gefürchteten Konsequenzen des *Clausius*'schen Entropiesatzes gegenstandslos werden.

Aber, wie schon festgestellt, das Fixsternsystem scheint noch nicht die letzte Stufe des anschaulich zugänglichen physischen Weltbildes zu sein. Es gibt noch eine Konsequenz in den bisherigen Einsichten, die dadurch kontrolliert werden kann; das ist gewissermaßen die „Integration der Integrationen". Es bestehen unzweifelhafte Übereinstimmungen zwischen der mechanischen Situation des Elektrons und der Erde als Weltkörper. Beide sind die Elementarteile von komplexen Systemen, die in Gesellschaft um ein Zentrum Bewegungen ausführen und als System-Einheit wieder Teile einer höheren Stufe anderer Art sind. Das ist eine so hervorragende Gleichgesetzlichkeit, daß sie nicht übersehen werden kann.

So wie die Erde gleichsam ein Elektron auf höherer Ebene der Gestaltung ist, so entspricht das Sonnensystem in diesem Sinne auch einem Atom. Und so wie die Atome nach feststellbarer Gesetzlichkeit zusammentreten zu den Atomgruppen, die man Moleküle nennt, so vereinigen sich Sonnensysteme zu zweien oder mehreren oder auch vielen zu Gruppen von gegenseitig engeren Beziehungen. Man erinnere sich an die vielen bekannten Doppelsonnen (eine solche ist der *Sirius*), an die *Plejaden* (Abb. 19) und zahllosen Sternhaufen, deren Einzelsonnensysteme ebensowenig ohne Beziehung zueinander sind, wie die Erdensonne zu ihrem Zentralgestirn.

Der Parallelismus der Integrationsstufen ist auch damit nicht zu Ende, sondern so wie Moleküle die Körper zusammensetzen, stellt auf höherer Ebene auch der uns bekannte Fixsternhimmel einen „Körper" dar, über dessen Spiralgestalt die *Kapteyn*'sche Spekulation einige Aussagen zu machen gestattet. Die Parallelen sind demnach in folgender Weise zu ziehen:

Niedere Seinsstufe	Höhere Seinsstufe
Elektron	Erde und sonstige Planeten
Atom	Sonnensystem (Fixsterne)
Molekül	Gruppen von Sonnensystemen (Doppelsterne, Plejaden, Hyaden usw.)
Körper (Materie)	Fixsternsystem.

Daß die Reihe nicht fortgesetzt werden kann, liegt nur an der Beschränktheit menschlicher Anschauungsmittel. Es spricht aber mehr dafür, als dagegen, daß es sich hier nicht um eine zufällige partielle Übereinstimmung von Serien, sondern um eine Gesetzlichkeit handelt, die der Mathematik sehr wohl bekannt ist, also nach den Forderungen der objektiven Philosophie ihr Gegenstück bzw. Vorbild in der Welt wirklichen Seins besitzen muß.

Aber die Anschauung darüber versagt; nur davon läßt sich eine Anschauung gewinnen, welche Sondereigenschaft aus der „kosmischen Materiebildung“ entsteht, wie man die Singulation des Fixsternhimmels benennen kann. Es ist die absolute *Harmonie* und *Dauer*, gewährleistet durch den Kreislauf der Erscheinungen. Und das macht es gewiß, daß der „Fixsternkörper“ tatsächlich dem Integrationsgesetz folgt. Da aber über ihn hinaus noch Anzeichen anderer „Fixsternkörper“ vorhanden sind, ist damit auch die Gewißheit gegeben, daß der physische „*Weltbegriff*“ noch höher zu spannen sei.

Die Astronomie tastet seit Generationen an seinen Grenzen umher, nicht nur um Anschauung, sondern allem voran, um Gewißheit darüber zu erlangen, ob die Welt endlich oder unendlich zu fassen sei. Es ist eines der merkwürdigsten Blätter der Naturforschung, das sie damit aufschlägt. Die erste und primitivste Formulierung der Frage war: wieviel Sterne stehen am Himmelszelt?

Mit freiem Auge kann man je nach dem Ort der Beobachtung und der Güte des beobachtenden Auges 2000 bis 4000 Sterne zählen. So viele waren auch in der fernrohrlosen Zeit bekannt, und es stellt der Gewissenhaftigkeit und Scharfsichtigkeit der Astronomen des Altertums das ehrenvollste Zeugnis aus, daß der *ptolemäische Sternenkatalog* an 4000 Sterne enthält, darunter solche, die heute nur die wenigsten Menschen mit freiem Auge erblicken können. Ein solcher Magier auf seinem Sternenturm zu Alexandrien oder Susa muß eine wunderbare Konzentration des Geistes und eine unglaubliche Geschlossenheit seines Denkvermögens besessen haben. Es ist für mich eine der ehrwürdigsten Vorstellungen, wie er, ohne alle Hilfsmittel, in seiner Einsamkeit dennoch fast den ganzen Bau und die Bewegungen im Kosmos richtig, oft mit fabelhafter Genauigkeit zu erkennen vermochte und daraus die richtigen Schlüsse zog. Man hat ganz recht gehabt, wenn man darauf aufmerksam machte, wie wenig Ursache man habe, von einer Entwicklung im Geistigen zu sprechen. Welche astronomischen Kenntnisse verraten sich doch im Bau der Cheopspyramide! Da ist es doch selbstverständlich, wenn in der Sonnenreligion des ägyptischen Amenhotep IV. die Vorstellung vom Weltgebäude, also eigentlich die moderne Lehre ausgesprochen wird.

Unsere Zeit ist jenen Alten nur in der *Ausbreitung*, nicht aber in der Vertiefung der Kenntnisse über, und so kommt es, daß wir nichts prinzipiell Neues erfahren haben, als der astrophotographische Kongreß zu Paris im Jahre 1887 beschloß, eine allgemeine photographische Himmelsaufnahme an achtzehn Observatorien mit gleichen Instrumenten zu beginnen. Nach diesem Arbeitsplan wurden 20 626 Platten von einer Stunde Expositionsdauer angefertigt, auf der alle Sterne bis zur 13. Größenklasse vorhanden sind.*) Dreißig Millionen Sterne wurden auf diese Weise am Firmament festgestellt, während auch die besten Fernrohre nur mehrere hunderttausend wahrzunehmen gestatten. Natürlich ist auch das nicht der Umfang des gesamten

*) Mit freiem Auge erkennt man sie nur bis zur 6. Größenklasse.

6*

Seins, dem die großen Denker aller Zeiten, wie *Demokrit, Swedenborg,* aber auch *Kant* Unendlichkeit, also eine unzählbare Menge Sterne zusprachen.

Der französische Astronom *Hermite* ersann daher eine andere Methode, um noch tiefer in den Kosmos eindringen zu können. Auch er beobachtete das *Kapteyn*'sche Phänomen insofern, als die Zahl der Sterne von einer Größenklasse zur anderen nach einer stetigen Proportion wächst (vgl. S. 77). Er maß nun den Gesamtbetrag des von jeder Klasse Sterne ausgesandten Lichtes. Wenn er mit der so erhaltenen Summe die wirkliche Intensität des Sternenlichtes verglich, das jeder, der es in einer schneelosen, sternenklaren Winternacht beobachtete, überraschend hell gefunden haben wird, kam er zu der Annahme, dieses Licht müsse von 60 Billionen Sonnen stammen.

Über die Anordnung dieser Sterne im Weltraum machte man sich ebenfalls ein bestimmtes Bild nach dem Vorgang des Engländers *Newcomb*, der auf folgende Tatsachen die Aufmerksamkeit lenkte:

Innerhalb eines Radius von 400 000 Erdbahn-Halbmessern scheint es außer der Sonne nur noch eine Sonne (nämlich *St. Centauri*) zu geben. Wäre nun das Weltall gleichförmig, so müßte es in einer Kugel von doppeltem Radius den Kubus dieser Zahl, das heißt acht Fixsterne geben. Bei dreimal größerem Radius siebenunzwanzig usw. Nun stimmt die Beobachtung mit dieser Annahme überraschend gut überein, und so glaubt *Newcomb,* daß fünfhundert solcher konzentrischer Kugeln alle wahrnehmbaren Sterne einschließen, die gleichmäßig verteilt in einer Welt von etwa 3300 Lichtjahren Durchmesser schweben. Von diesen Vorstellungen weichen die sogenannten *Seeliger*'schen *Sterngesetze* nur teilweise ab, mit denen der Münchner Astronom *Seeliger* um 1908 durch rein statistische Sternzählungen ohne Hilfshypothesen versuchte, die Gesetzmäßigkeiten des Himmelsbaues festzulegen.

Nach den „Sterneichungen", das heißt genauen Auszählungen, die seit *W. Herschel, Celoria, Argelander* und andere Sternforscher vorgenommen haben, ließ sich für die ersten zehn Größenklassen unter Annahme gleicher Verteilung und Helligkeit das erste Gesetz feststellen: Die Anzahl der Sterne zwischen Größenklassen 6 bis 9 nimmt langsamer zu, als es diesen Annahmen entsprechen würde, ebenso die Kategorien 1 bis 5. In seinem zweiten Gesetz sagt er: dagegen nimmt die Zahl dieser Sterne gegen die Milchstraße stetig zu. Diese ist also keine optische Täuschung, wie jene glauben, die annehmen, daß unsere Erde in einer Art „Weltlinse" stecke, deren Rand wir erblicken, wenn wir in das Sternengewimmel der Milchstraße schauen. Nach *Seeliger* ist eine reale Anhäufung von Sternen in ihr vereinigt. Nur gilt das alles nicht für die 2. bis 5. Größenklasse, in der die Sterne gegen die Milchstraße zu eher abnehmen. Er meint also, daß die Sterne nicht ganz gleichförmig verteilt sind, und schließt daraus: Alle Sterne bilden zusammen ein einheitliches System, das aber endlich begrenzt ist, da sich Unendlichkeit nicht mit dem beobachteten Verteilungsgesetz decken

würde. Dieses System nennt er den *Fixsternhimmel* und meint, er habe die Gestalt eines Rotationsellipsoids (vgl. Abb. 17), dessen Äquator die Milchstraße ist und etwa 25 000 Lichtjahre umspannt, während die kürzeste Achse etwa halb so groß ist. Die hellen Sterne stehen darin gleichmäßig angeordnet, dagegen sind die 12. bis 14. Größe namentlich in der Milchstraße dichtgedrängt, etwa zwanzigmal dichter als sonstwo. Der matte Schimmer der *Milchstraße* rührt von den schwächsten Sternen her.

Alle Fixsterne sind wie unsere Sonne groß und hell. Alle Abweichungen gehen nicht über fünfzig Prozent nach der einen oder anderen Richtung hinaus. Nur einige Giganten sind etwa 10 000 mal heller als unsere Sonne. Die „Welt" zeigt also eine gewisse Einförmigkeit.

Das Wichtigste seiner Überzeugung ist aber, daß er *Nebelflecke* und *Sternhaufen* nicht, wie *Herschel* und auch *Kant* es wollen, für Weltinseln nach Art der Milchstraße hält, sondern sie in unser Fixsternsystem einordnet. Seine Hauptbeweise dafür sind, daß sie gleiche Radialgeschwindigkeiten und auch ein Spektrum besitzen, das dem Kosmischen entspricht.

Wie man sieht, widersprechen sich die Forschungen und Folgerungen in einigen Punkten, in anderen, nicht weniger wichtigen, jedoch stimmen sie überein. Hält man sich bloß an das Gemeinsame, wird man weniger von der Wirklichkeit abirren, als wenn man nur auf *einen* Meister schwört.

Das Wesentlichste des Übereinstimmenden ist die Ansicht, *daß die Welt endlich sei!* Demgegenüber ist es ganz untergeordnet, ob sie in unserem Fixsternhimmel ihre Grenzen findet, oder ob dieser nur einer unter vielen ist. Auf den ersten Augenblick mag es wohl dünken, als sei die Vorstellung einer „Grenze" der Welt ebenso unvollziehbar wie die der Unendlichkeit. Aber je mehr man den Gedanken analysiert, an desto mehr Punkten vermag das Denken in ihm Fuß fassen.

Bevor ich darauf eingehe, will ich noch daran erinnern, daß es einen logischen Beweis für die Begrenztheit der Sternenzahl gibt. Da auch noch die entferntesten Sterne rein in weißem Licht schimmern, hat man dadurch empirische Gewißheit, daß das Licht im Weltenraum nicht absorbiert wird. Dann aber müßte — Unendlichkeit des Weltalls vorausgesetzt — auch der nächtliche Himmel taghell sein, ja mehr als das, in der „unendlichen" Lichtflut und Wärme müßten wir schon umgekommen sein, bevor wir entstanden. Da wir aber leben und der Himmel sehr dunkel ist, sind die Sterne zählbar, wenn auch *Arrhenius* neuestens das Gegenteil behauptet.

Auch die *Relativitätstheorie* hat sich zugunsten dieser Forderung ausgesprochen. Es hätte ihrer nicht bedurft, wenn die Naturwissenschaft von jeher mit den Methoden des philosophischen Denkens gearbeitet hätte.

Die Begriffe endlich und unendlich haben einen doppelten Sinn, je nachdem, ob man durch sie Tatsachen der Sinneswahrnehmung oder der Vorstellung ausdrücken will. Durch Empirie kann die Streitfrage der Endlichkeit der Welt niemals geklärt werden. An sich wissen wir von einer überwältigen-

den Fülle der dunklen Himmelsgebilde, so daß das Auge am Himmel ein durchaus unzuverlässiger Wegweiser ist. Ganz abgesehen davon, daß sich Bewegungen entfernter Himmelskörper in dem Maße nicht mehr verfolgen lassen, in dem sie jenseits der Zoësis liegen. Die Unendlichkeit der Welt ist aus methodischen Gründen also ohnedies auf den Entscheid durch das Denken angewiesen.

Das Denken aber geht von vornherein von der Voraussetzung aus, daß die Natur Grenzen habe. Wäre das nicht eine prinzipielle Annahme, dann hätte man keine Einheiten, um zu rechnen. Solche ersonnene Einheiten sind Atome, das heißt Grenzen der Welt in der Richtung des kleinsten Raums (Atom = das nicht mehr Teilbare). Solche sind auch die endlichen Geschwindigkeiten der Physik, von denen, wie bereits gezeigt wurde (S. 20), die Lichtgeschwindigkeit ohnedies eine durch Bedingungen der Erkenntnis geforderte und eingeengte Zahl ist. Der menschliche Intellekt muß sich diese festen, absoluten Begriffe, welche der Welt Grenzen setzen, zurechtlegen, sonst könnte er nicht messen. Endlichkeit ist also nicht ein Produkt anschaulicher Wirklichkeit, sondern der Denkmethode. Mit anderem Ausdruck: Licht und Materie sind psychologische Probleme. Schon in der Theorie des Lichtes liegt die Notwendigkeit, den „Luftraum", das heißt den Sternenhimmel, als abgegrenzt sich vorzustellen. Wenn die Energieumsätze im Kosmos sich mit einer endlichen Geschwindigkeit vollziehen, welche die größte der möglichen ist, da sonst der Begriff der Materie aufhören würde, dann ist die damit postulierte Endlichkeit der Welt nicht ein Gesetz dieser Welt an sich, sondern eines des Erkenntnisvermögens. Unser Erkennen kann also tun, was es will, stets wird es sich im Kreise einer endlichen Welt drehen; die in ihm waltende Methode fordert das.

So spricht die Biozentrik und wirft damit wieder die Türe zu, durch die der Menschengeist ins „Freie" wollte. Laß ab, du Tor, von solchem Beginnen — sagt sie zu ihm —, dir selbst kannst du ja doch nicht entfliehen.

Wer das weiß, lächelt nur über die Schwierigkeiten, welche der klassischen alten Mechanik in diesem Punkte erwuchsen, und über die Anstrengungen, durch welche die Relativitätstheorie dieser Schwierigkeiten Herr zu werden hofft, aber auch über den Stolz, mit dem sie verkündet, sie habe eingesehen, die Welt sei zwar „endlich, aber doch nicht begrenzt".

Gerade *Seeliger* machte bei Erörterung seiner Sterngesetze darauf aufmerksam, daß die von ihm bestätigte Gleichförmigkeit des Weltalls mit der *Newton*'schen Theorie unvereinbar sei. Denn diese setzt für die „Masse" eine Anzahl von aus dem Unendlichen kommenden Kraftlinien voraus, deren Zahl der Masse proportional ist. Ist nun nach *Kapteyn-Seeliger* die Dichte der Masse (d) im Mittel konstant, so würde eine Kugel von Volumen V die Masse d·V umschließen. Die Zahl der durch die Oberfläche O ins Innere der Kugel eintretenden Kraftlinien ist nach *Newton* proportional d·V. Es treten also durch die Oberflächeneinheit der Kugel Kraftlinien ein, deren

Zahl d.V/O oder d.R (= Radius) proportional ist. Je größer dieser Radius, desto mehr wächst die Feldstärke an der Kugeloberfläche, bei einer unendlichen Welt müßte sie unendlich sein, was nicht der Fall, noch auch denkbar ist. Also vereinigt sich die *Newton*'sche Mechanik wieder einmal nicht mit der extrazoëtischen Erfahrung. Sie fordert vielmehr, daß die Welt eine Art Mitte habe, von der aus die Sterndichte nach außen hin abnimmt.

Für uns ist es sehr verständlich, daß die biozentrische (= zoëtische) Mechanik *Newtons* einen biozentrischen Weltbegriff voraussetzt.

Die Relativitätstheorie *Einsteins* sucht darüber hinwegzukommen, indem sie die geometrischen Eigenschaften des Raumes von der Materie abhängig macht, die annähernd gleichmäßige Verteilung der Gestirne als Faktum ansieht und dann nach ihrer Formel zu dem Ergebnis kommt: die Welt sei fast sphärisch, also jedenfalls endlich. Oder mit anderen Worten: eine Konsequenz der Biozentrik (nämlich die Beobachtung) setzt sie an einem Ende der Rechenmaschine ein und betrachtet es als Neuheit, wenn Biozentrik aus ihrer Maschine herausfällt. Sie hat damit wirklich die Schmiegsamkeit eines Geschäftsmannes an die jeweilige Konjunktur bewiesen. So kommt man jetzt auf jedem Wege zu der unseren Vätern noch unausdenkbaren Vorstellung, die „wirkliche" Welt sei endlich, ja man befreundete sich sogar mit dem Bilde, sie sei sphärisch gestaltet.

Der „kosmische Körper" hat mehr oder minder kugelige Gestalt. Das ist die höchste der noch auf Anschauungsgrundlagen ruhenden Individuationen. Darüber hinaus irrt das Denken scheinbar in freiem Fluge.

Aber immerhin ist ihm durch die Parallele Elektron—Erde zwangsläufig die Richtung gewiesen. Wenn die eine Linie der Integrationen von den Körpern aufsteigt zu Organismen, Weltkörpern, Sonnensystemen und dem Fixsternhimmel, dann muß auch die andere Parallele zu den Begriffen: Weltorganismen mit Weltleben und einer Weltseele zu einer Welt von Kosmen führen. In der Richtung dieser Gedanken liegt es, sich zu sagen, so wie unser Intellekt regelnd und gebunden an die Gesetze des Seins in die Materie bis hinab zu ihren kleinsten Teilen eingreift, so kann auch mit uns ein übergeordneter Intellekt höherer Integrationen verfahren, ohne daß es uns anders bewußt wird, und ohne daß es tatsächlich auch etwas anderes ist, als ein Walten der Weltgesetze.

Willkür ist in der Welt des objektiven Denkens sogar dem Göttlichen versagt. Den einzigen *Gottesbegriff*, den wissenschaftliches Denken erlaubt, steht mitten im Banne eherner Gesetzmäßigkeiten; wir reden ihn an mit dem *tat wam asi* und beugen uns vor ihm mit dem Gefühl: er, zu dem wir aufsteigen können, sei der Inbegriff unserer eigenen Gesetzlichkeit. Eine Weltanschauung höherer Erhabenheit entfaltet damit ihre dunklen Fittiche, *trägt aber nirgends anders wohin, als ins eigene Ich*, allerdings jetzt mit dem tiefsten Verständnis, was es sei, Natur in sich — sich in Natur zu hegen.

Seelisches Geschöpf ist dieser Weltenweltbegriff wie das gesamte Sein.

Im Individuationsgesetz beschreibt es seinen Kreis, vollendet sich in ewigen Kreisläufen und läßt sich in einigen sehr einfachen Sätzen zusammenfassen.

Letzten Endes ist alles Sein — jede Form von Erlebnis: innerlich wie äußerlich bedingte — nichts als die Formel 1=1. In dem *Identitätssatz* ist es vollkommen ausgedrückt. Alles ist mit sich selbst identisch. Es muß daher alles seine Identitätsform haben, das heißt gesetzmäßig nur eine Form, die allein dem Wesen der Sache entspricht, und, wenn sie geändert wird, nicht die Identität, sondern Prozesse, Bewegungen, Systemverschiebungen des komplexen Systems auslöst. Diese Prozesse wirken zwangsläufig durch immer wieder einsetzende Zerstörung der Übergangsform, bis wieder die Ausgangsform erreicht ist, welche zugleich die Ruhelage darstellt. Diese Zerstörungen, das heißt alle Vorgänge, das Weltgeschehen selektierten die Weltformen ständig und zwangsläufig. Die *Weltselektion* ist eine Konsequenz des Identitätssatzes selbst. Sie vollzieht sich so, daß alle Vorgänge allmählich selektiv auf dem kürzesten Wege zur Ruhe kommen. Es ist das Gesetz des Weltprozesses, daß er selektiv zum kürzesten Prozeß wird *(Gesetz des kleinsten Kraftmaßes).* Dadurch sondern sich überhaupt *Naturgesetze* aus.

Der kürzeste Weg, auf dem eine Änderung zu ihrem Ruhestand zustrebt, ist das Naturgesetz dieses Vorganges. Der kleinste Widerstand gegenüber der Identitätsherstellung modelliert die Naturformen. Diese sind daher stets Funktionsformen im mechanischen Sinn, das heißt, sie sind *technische Formen.* Wem diese grundlegenden Sätze des Seins nicht beim ersten Hören klar sind, der mache sie sich an Beispielen nach Art des folgenden klar:

Es sei ein bestimmter atmosphärischer Zustand gegeben. Klarer, ruhiger Himmel von bestimmter Lufttemperatur mit einem gewissen Gehalt an Wasserdampf in Gasform. Nun tritt eine Änderung ein. Und zwar ist es die Temperatur, welche sinkt. Dadurch ist die Harmonie und mithin auch die Dauer des obigen Zustandes gestört. Infolgedessen stellen sich nun Prozesse ein. Der kürzeste Weg, auf dem der Prozeß wieder zu seinem Ausgleich kommen kann, wird beschritten, wenn die überschüssige Feuchtigkeit ausgesondert wird. Wolkenbildung und Regen ist also das Naturgesetz, das diese Änderungen regelt. Es steigen daher Wolken auf, deren Gehalt immer von dem Widerstand der Wasserbläschen gegen die aufsaugenden Fähigkeiten der Atmosphäre und die sonstigen sie zerstören wollenden Faktoren bestimmt wird. Der Rest von Widerstand, der nicht gebrochen werden kann, bildet die Wolke. Ihre Form ist das Resultat steter Kämpfe, eines selektiven Wettbewerbes um sie, der sie übrig läßt und auch jeweils modelliert und ändert. Die Wolke ist die technische Form des Wolkenbildungsprozesses (vgl. Abb. 23). Dieser ruht nicht, bis er den Ausgangszustand hergestellt hat, nämlich die Harmonie der Faktoren des atmosphärischen Zustandes (Luft, Temperatur, Wasserdampf), also bis entweder der störende Feuchtig-



Abb. 22. Großer Meteorit, fast ganz aus Eisen bestehend, gefunden in Grönland



Abb. 23. Cumulo-Stratus-Wolken, die häufigste Wolkenform in den späteren Tagesstunden des Sommers (Originalaufnahme)

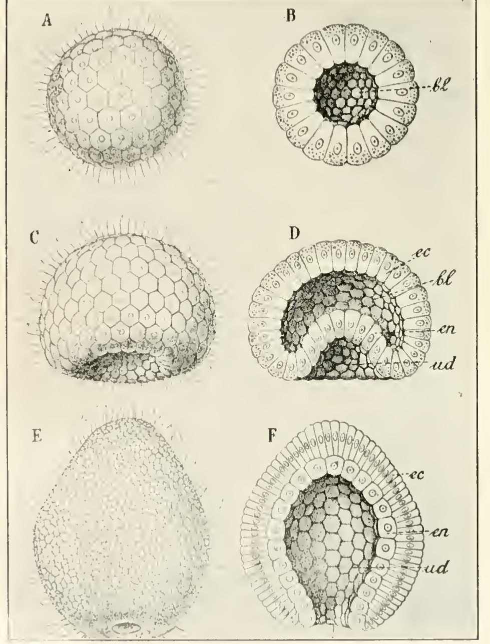


Abb. 24. Die ersten Entstehungsformen der tierischen Keime. Becherlarvenbildung aus der Blastula einer Koralle (Monaxenia Darwinii. Nach Häckels Zeichnung)
bl = Blastocoel, ec = Ectoderm, en = Entoderm

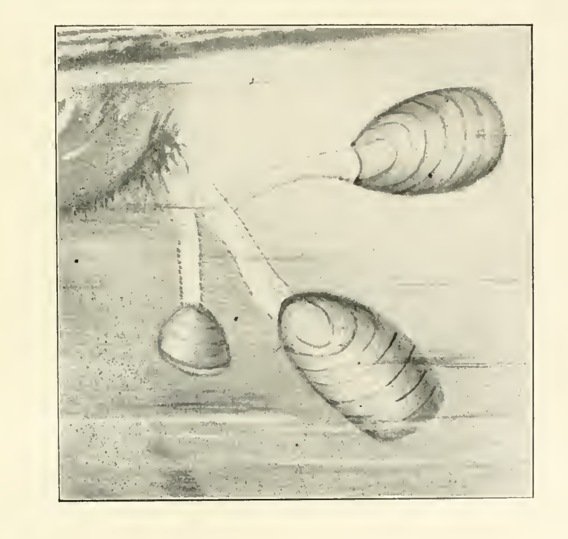


Abb. 25. Lingula, an den Küstenfelsen der Weltmeere mit ihrem Stiel aufsitzend, eine der ältesten unveränderlichen Lebensformen (Originalzeichnung)

keitsüberschuß ausgeschieden ist oder durch Temperaturerhöhung sich das Gleichgewicht wieder ergibt. Erst wenn der ursprüngliche optimale Zustand (klarer Himmel durch Harmonie der ihn bedingenden Faktoren) wiederhergestellt ist, kommt die Entwicklung am Himmel zur Ruhe, und der Dauerzustand dauert bis zur nächsten Störung. Das alles liegt in seinem „Sein" inbegriffen.

Durch solche Beispiele wird es auch faßlich, daß nicht das Sein als solches, sondern die Störungen des Seins das Weltbild in seiner entzückenden und unfaßbar reichen Mannigfaltigkeit vollenden und zum Erlebnis gestalten. Man kann sich durch diese Einsicht von dem Irrtum befreien, der allerwege im Denken die Begriffe *Welt* und *Weltprozeß* verwechselt. Welt hat ein Sein, der Weltprozeß hat keines. Das haben die griechischen *Eleaten* sehr wohl gewußt und eine richtigere Vorstellung vom Entitätsgesetz besessen als die Gegenwart. So hat man sie zu verstehen, wenn sie sagten: „Nur das Sein *(το ὄν)* ist, und das Nichtsein, das Werden, ist gar nicht." Das Werden, der Prozeß ist das Außer- und das Nacheinander (Raum und Zeit): aber das sind reine Denkkategorien, es sind nur *unsere* Hilfsmittel, um sich zurechtzufinden. Werden hat also kein Sein; Entwicklung ist Spiegelung einer psychischen Tätigkeit. Aber wie oft verwechselt man das alles! Man spricht unbedenklich von einem „Ende der Welt", von einer „Weltschöpfung" und ahnt gar nicht, daß das sinnlose Begriffe sind. Die „Welt", das Gesamtsystem des Seins ist das *Leben* selbst, ist Voraussetzung des Erlebens. Sie ist gegeben; ohne sie kann nicht gedacht und erlebt werden. Daher ist die Welt ewig, unveränderlich, ohne Anfang, ohne Ende, ohne Entwicklung. Anders dagegen der Weltprozeß, nämlich die Geschehenskette, die Verschiebungen der Systemteile. Das hat wohl Anfang und Ende, und zwischen beiden steht Entfaltung. Für dieses Nach- und Nebeneinander haben die Raum- und Zeitkategorien Sinn; durch den Weltprozeß, nämlich das *Erleben*, entsteht erst Raum und Zeit, und damit das Weltbild. Die Störungen des Seins sind es, die, als Reize empfunden, unseren Sinnes- und Denkapparat zum Aufbau eines Weltbildes veranlassen.

Freilich kommen wir hier wieder auf das schon einmal Gefundene (vgl. S. 31); es ist wieder nur in der Beschaffenheit des erkennenden Subjekts begründet, daß wir das Weltgeschehen für etwas Einheitliches halten. Unsere „Seinsbeschaffenheit" ist es, welche die Umwelt selektiert. Wir nehmen dadurch aus physiologischen Gründen nur eine Auswahl von Erlebnissen wahr, die zusammenpaßt. Wir ordnen diese Auswahl in Weltbild, Denken und Handeln nach unserem, uns wesenseigenen Denkgesetz, das wir dann für *Naturgesetze,* in oberster Integration für das *Weltgesetz* überhaupt halten. Durch diese ständige und niemals versagende Verwechslung von Ich und Welt kommen wir dann zu dem uns so befriedigenden Resultat, daß die Welt eine Einheit sei, eine einige Grundursache habe. Ganz gewiß, *unsere* Welt hat sie auch, nämlich unser Ich. So erweist sich der *Monismus* als

eine Erkenntnisbeschränktheit, aus Gründen, die im Menschen selbst liegen. Er ist kein Resultat, sondern eine methodologische Voraussetzung.

Damit ist die Betrachtung der Singulation auch von dieser Seite aus zu ihrem Ende gelangt und hat wieder nichts anderes ergeben, als daß, im Sein eingeschlossen, die Begriffe Dauer durch Harmonie, Funktion, kleinstes Kraftmaß, Selektion, Optimum und Integration ersetzt sind.

Das aber ist ein Resultat, zu dem unsere Analyse schon einmal gelangt ist, nur mit dem Unterschied, daß, was damals nur als *möglich* erkannt wurde, jetzt als *notwendig* erscheint, um den Begriff des Seins richtig und auch ganz zu erfassen.

Bei dieser Analyse hat sich zugleich ein Nebenresultat ergeben, das vielleicht an sich nicht weniger wichtig ist für das Erkennen der Welt, als das Seinsgesetz selbst. Haben wir doch dabei eingesehen, daß das *Weltbild*, die höchste aller Integrationsstufen, wieder durch eine Besonderheit ausgezeichnet ist, wie solche bisher jeder Integration gewissermaßen gesetzmäßig zukam. Weltbild ist die Vereinigung der äußeren und inneren Erlebnisse, ihre Verschmelzung zu einer Einheit. *Und die Besonderheit dieses Weltbildes ist seine egozentrische Natur.*

Fast banal mutet diese Einsicht an, die sich als letzte Frucht von dem Baum unserer Erkenntnis ablöst. In der Form, daß jeder das Weltbild hat, zu dem ihn seine Persönlichkeit befähigt, ist der Satz eine Binsenwahrheit; als objektive Wahrheit dagegen bedingt er eine Reihe von Konsequenzen, die noch lange nicht Gemeingut sind, teilweise sogar unerhört neu wirken.

Wenn das Weltbild eine Vorstellung ist, die *wir* regeln, dann müssen in diesem Weltbild die Zusammenhänge überall nach biologischem Gesetz beschaffen sein. In jedes Geschehen sind dann psychische Gesetze hineingebracht. *Alle Beziehungen müssen uns dann relativ und teleologisch erscheinen.*

Tatsächlich ist die Wissenschaft allerwege im Begriff, solches zu entdecken. Gerade das XX. Jahrhundert ist das Zeitalter, in dem die Relativität nacheinander in die Physik, Chemie, Astronomie, Geschichte *(Spengler)*, Mathematik *(Riemann)*, Ethik *(Nietzsche)* einzieht und zum Leitstern des gesamten Erkennens wird. Psychologische Gesetze entdecken in der Materie *O. Lehmann* mit seinen flüssigen *Kristallen*, *Häckel* mit seinem *Hylozoismus* und zuletzt mit den Kristallseelen, in den Pflanzen entdeckt sie die gesamte neuere Botanik, welche das *Weber-Fechner*'sche Gesetz, das *Summationsgesetz*, die Existenz von Sinnesorganen auf die gesamte „Zellenwelt" auszudehnen fordert. Auf Regulationen teleologischer Natur stößt die Astronomie aller Ecken und Enden, angefangen von dem Ausgleich der „Störungen" in den Planetenbahnen bis zu dem *Kepler*'schen Flächengesetz, das ein neues Gleichgewicht der Erdbewegung herzustellen sucht, so daß als Resultat dann die Geschwindigkeit der Erdbewegung einem mittleren Wert zustrebt. Ganz zielbewußt suchten und fanden längst die denkerisch

begabten Naturforscher wie *Leibniz, Lotze, Ed. v. Hartmann, Wilhelm Wundt* die Naturgesetze durchaus teleologisch bestimmt.

Und das ist nur eine auf Geratewohl herausgegriffene Auswahl von Belegen, die man zu einer umfangreichen Untersuchung erweitern könnte, daß wirklich unser gesamtes Weltbild von Relativität und Teleologie durchzogen ist, so wie es durchgängig monistisch erscheint, ihm sogar der Monismus als Leitstern voranleuchtet. Die gemeinsame Ursache aller dieser „Entdeckungen" sind eben die biozentrische Erkenntnisfähigkeit und die auf ihr ruhende Methode des Denkens.

Das gibt auch den Schlüssel in die Hand, warum die sieben Weltgesetze auf jede Kategorie von Erleben, sowohl auf die Dinge aller Art wie auf alle Vorstellungen angewendet werden können und Erkenntnis vom einen aufs andere übertragen werden kann. Ein höchst überzeugendes und vielsagendes Beispiel hierfür ist der Begriff der Entfaltung, vulgo Entwicklung.

Wir wissen schon, daß Entwicklung keine Grundtatsache der Welt ist, sondern erst gegeben war als Ausgleichsvorgang, als der Weltprozeß in Gang kam, um die eingetretene Störung der Harmonie zu überwinden. Sie ist also bloß eine Mechanik von Beziehungen, die gleichgesetzlich bei jeder Art von Systemverschiebung einsetzt und abläuft. Die Naturforschung der älteren Generation tat unsäglich stolz darauf und sah dahinter eines der tiefsten Weltgeheimnisse, als sie entdeckte, daß die Entwicklung der lebenden Individuen ziemlich ähnlich dem allgemeinen Entfalten der organischen Reiche ablaufe.

Bekanntlich war es nach Vorversuchen *(G. E. v. Baer)* vor hundert Jahren der nach Brasilien ausgewanderte deutsche Naturforscher *Fritz Müller*, dem sich zuerst diese Einsicht erschloß. Von ihm übernahm sie *Ernst Häckel*, der den Gedanken mit zahllosen höchst anschaulichen Belegen versehen zur wissenschaftlichen Theorie des sogenannten *biogenetischen Grundgesetzes* erweiterte und ihm folgende Form verlieh:

Alle Ontogenie ist die abgekürzte Rekapitulation der Phylogenie. Man hätte das gleiche weniger gelehrt, aber einfacher sagen können mit dem Ausdruck: Jede Form von Entfaltung verläuft gleichgesetzlich. Dann wäre die den Biogenetikern so viel Kopfzerbrechen bereitende Tatsache der *Cenogenese* auch viel leichter verständlich geworden. Cenogenetisch sind nämlich die Fälle, in denen das *Häckel*'sche Gesetz nicht stimmt. Und solche sind ziemlich zahlreich. Uns Biozentrikern bereitet das keine Schwierigkeiten. Es hat sich eben in diesen Fällen außer der Entfaltung noch ein anderer Vorgang abgespielt und so dessen Mechanik im Sinne anderer Ausgleichsvorgänge abgeändert.

Im allgemeinen aber war die Übereinstimmung oftmals eine verblüffende. Die Dokumente der Erdgeschichte hatten schon längst damit vertraut gemacht, daß die einfacheren Lebensformen die früheren, die menschenähnlichen die späteren sind. Im einzelnen sind es etwa die Gruppen der Einzeller, der höchst einfach gebauten Hohltiere *(Coelenteraten)*, als deren Vertreter der

Süßwasserpolyp *(Hydra)* und seine Verwandten wohl jedermann bekannt sein dürften, der Würmer, Fische, Reptilien, Beuteltiere, Halbaffen, die nacheinander auftretende Stufen der stammesgeschichtlichen Entfaltung darstellen, um die sich die anderen Tiergruppen, wie Insekten, Mollusken, Vögel, Amphibien nur als Abzweigungen nach anderen Entwicklungsrichtungen hin gruppieren. Wie überzeugend war es nun im Sinne *Häckels*, wenn der Embryologe darauf hinweisen konnte, daß der sich im Mutterleibe entfaltende Mensch nacheinander Gestaltungen annehme, die prinzipiell mit den Stufen der vorhin genannten Tiergruppen übereinstimmen! Daß er zuerst im Ei als Einzeller dahinlebe, dann ein Stadium (das der *Gastrula-* oder *Becherlarve*, Abb. 24) durchlaufe, das ganz den einfacheren Hohltieren gleicht. Später zeigen sich Bildungen, die man bei den Haifischen wiederfindet, nämlich *Kiemenspalten* (Abb. 26), die am menschlichen Organismus wieder verschwinden und verwachsen, an den Haien aber Zeit ihres Lebens erhalten bleiben. Gerade diese Kiemenspalten, nicht minder der in einer gewissen Fötalzeit wohlausgebildete Schwanz, der später sich auch wieder rückbildet, waren unbestreitbare Glanzpunkte der *Häckel*'schen Biogenese, die deshalb auch zu Weltruf gelangte, wenn auch der Gedanke, der Mensch durchlaufe Fisch-, Reptilien-, Vögel-, Säugetierstadien vielen Gemütern unerträglich erschien. Die Lehre kam aber um so eher zum Siege, als sich ja außerdem noch Hunderte von sie bekräftigenden Parallelreihen in der Entwicklung der verschiedenen Wirbeltiere zusammenstellen ließen.

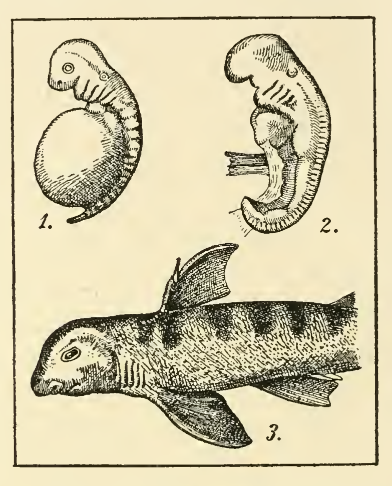


Abb. 26. Die Kiemenspalten der Embryonen und Haie. 1. Embryo eines Furchenmolches. 2. Menschlicher Embryo von 18 Tagen. 3. Kopf des Haies *Cestracion*. (Verkl.)

Wie sehr stieg nun aber das Erstaunen, als namentlich die *Spencer*'sche Philosophenschule, welche Entwicklung als Weltgesetz auf ihre Fahne geschrieben hat, darauf aufmerksam machte, ein biogenetisches Gesetz gebe es auch in der geistigen Entwicklung des Kindes, der Völker, ja im Werden der Geistigkeit überhaupt! Der Weg, den die Menschheit unter tausend Mühen und Qualen beschritten hat, wird unbewußt vom Kind in seinen Spielen wiederholt. Kinderzeichnungen stimmen frappant mit denen von Buschmännern überein; diese wieder rekapitulieren die rohen Zeichnungen, die der Neolithiker an den Wänden seiner Wohnhöhlen hinterlassen hat. In

der gesamten kulturellen Entwicklung wiederholt jede sich differenzierende Gruppe zuerst die Eigenheiten, welche dem Ganzen in seinen Anfangsstadien zukamen. Sogar in der Geistesentfaltung des Einzelnen wiederholt sich immer wieder der Weg der Menschheit, was jeder, der an seine eigene seelische Entwicklung zurückdenkt, leicht bestätigen kann.

Wie sollte man dieses Übergreifen des biogenetischen Gesetzes auf die geistige Welt erklären können? Es kann nicht wundernehmen, wenn man gerade daraus zu dem Schlusse kam, Entwicklung sei überhaupt das fundamentalste Gesetz alles Seins, und wenn ein so erlauchter Kopf wie *Herbert Spencer* den Satz prägen konnte: die Entwicklungsformel fasse in der Tat alle erkennbaren Kundgebungen des Universums in sich.

Auf seinen Gipfel aber stieg das Erstaunen, als sich die Gesetze des Ontogenetischen nochmals in den Tatsachen der *Regeneration der Organismen*, noch dazu mit einer Zielstrebigkeit wiederholten, die viele der Beobachter an der mechanischen Deutbarkeit solcher Erscheinungen verzweifeln ließ.

Wenn der tierische oder pflanzliche Organismus — und das Gesagte gilt in gewissen einfacheren Kundgebungen auch für Kristalle — irgendwie Schaden in seinem Aufbau erleidet, treten unabänderlich Prozesse ein, die den ursprünglichen Zustand wieder herstellen. Eine der besten Zusammenfassungen der dabei sichtbar werdenden Gesetzmäßigkeiten stammt von *A. Cohen-Kysper*[19]), dem wir hierbei um so mehr folgen können, als das Werk eine Reihe wichtiger Vorarbeiten für die objektive Philosophie enthält.

Die *Entwicklungsmechanik*, welche diesen Vorgängen ihre Aufmerksamkeit schenkt, hat uns mit einer großen Zahl von Fällen bekannt gemacht, in denen Entwicklungen einfach umgekehrt verliefen *(E. Schultz)*, zum mindesten zuerst zu einer Rückbildung und Wiederauffrischung der Gewebe bei Regenerationen führten *(J. Schaxel, G. Wolff)*. Der berühmteste dieser Fälle war die von *Wolff* beobachtete Wiederherstellung der Linse im Auge der Molch*(Triton)*larven.

Das Auge der Wirbeltiere besteht bekanntlich aus zwei Hauptteilen: aus dem Augenbecher und der Linse. Diese bildet sich ursprünglich aus der Oberhaut *(Epidermis)*, und zwar noch früher als der Augenbecher, so daß dieser die Linse teilweise umwachsen kann. Wenn man daher die Linse entfernt, kann die sich neubildende nicht mehr von außen in den Augenbecher hineinkommen.

Es zeigte sich nun nach der Operation schon binnen 24—48 Stunden eine grundlegende Änderung in den Geweben des Augenbechers. Sie verdient die Bezeichnung *„rückläufige Differenzierung"*, da sie nichts anderes als eine Umkehrung der Ontogenie, eine Rückkehr der Gewebe zu ihrem embryonalen Zustand ist. *Es war damit bewiesen, daß die „Entwicklung" ein umkehrbarer Vorgang ist.*

Demgegenüber ist es für unser Problem für den Augenblick gleichgültig, daß die Neubildung der Linse an einem Punkt und in einem Zeitmaß vor sich geht, die an die neuentstandene Situation angepaßt und dem embryonalen

Leben fremd sind. Wichtig ist dagegen die bei allen Regenerationen sich einstellende Tatsache der Umkehrung des Entwicklungsvorganges, um den gestörten Ausgleich des Systems wieder von neuem herstellen zu können.

Das war für die bisherige Auffassung von Entwicklung ganz unverständlich, wie sie denn auch keinen inneren Zusammenhang zwischen den Übereinstimmungen von Ontogenie und Phylogenie, noch weniger ein Verständnis für die Übertragbarkeit der biogenetischen Regel auf die geistige Welt besaß. Es ist das Verdienst *Cohen-Kyspers,* zum ersten Male darauf hingewiesen zu haben, daß sich darin eine übereinstimmende Mechanik zeigt, wenn er auch noch nicht die Ursache entdeckte, welche diese Mechanik in Bewegung setzt. Wohl erkennt auch er, daß dadurch ein Störungsausgleich bewirkt wird[20]); tiefer zu blicken aber war ihm, mangels Kenntnis der Weltgesetze, versagt.

Der herrschenden Auffassung von Entwicklung aber geriet durch die Tatsachen ihr Weltbild überhaupt ins Wanken. Der Begriff rückläufiger Entwicklung hat in ihm ebensowenig Raum wie die von der gesamten Stammesgeschichte bezeugte *Inkonstanz der Entwicklung.*

Es war immer eine Klippe, der man meist scheu aus dem Wege ging, für die *Häckel-Spencer*'schen Entwicklungsgläubigen, daß sich der Aufbau des Stammbaumes der Organismen ruckweise und höchst ungleichmäßig vollzog. Gewisse Gruppen der Pflanzen und Tiere sind seit den ersten Tagen der „Entwicklung“ unentwickelt geblieben und bilden eine sehr peinliche Ausnahme im Evolutionsgesetz. So sind zum Beispiel die Kieselalgen *(Bacillariaceen)* unter den Pflanzen seit ihrem ersten Auftreten bis heute völlig konstant geblieben. Formen der Karbonzeit stimmen bis auf ihre Artmerkmale mit den noch heute lebenden überein. Ebenso sind die Feinheiten im Aufbau der Stachelhäuter *(Echinodermaten)* seit der Silurzeit die gleichen geblieben. Auch die Zell- und Knochengewebe devonischer Wirbeltiere und jurassischer Fische gleichen denen der Jetztzeit. Die Pappel- und Buchenblätter, die man von Korallenriffen der Kreidezeit gesammelt hat, unterscheiden sich in nichts von denen, die jetzt noch im Herbst von den Bäumen fallen. Ja, gewisse Lebensformen haben in wunderbarer Weise unverändert die gesamte Entwicklung unseres Planeten seit den Tagen ihrer Entstehung überdauert. Zum Beispiel die Kammerlinggattungen *(Foraminiferen) Lagena, Nodosaria, Textularia, Spirillina* und andere. Ein vielzitiertes Beispiel für die in Frage stehende Erscheinung ist die *Brachiopoden*gattung *Lingula* (Abb. 25), die vollständig unverändert seit dem Silur an den Felsen der Meeresküsten sich fortpflanzt. Aber sie ist nicht etwa eine Ausnahme, sondern teilt das mit noch drei Gattungen der Armfüßler. Unter den Schnecken überleben sieben Gattungen alle Wandlungen der Schneckenfauna, darunter die Gattung *Capulus* schon seit dem Kambrium, also seit der ältesten Zeit, aus der man Versteinerungen kennt.

Oft dauern die primitiven Stammformen länger als die von ihnen stammenden Arten, eine Tatsache, die dem Entwicklungsgesetz direkt ins Gesicht

schlägt. So war — um die Behauptung mit Beispielen zu belegen — die Gattung *Baotrites*, von der alle *Ammonoideen* stammen, in Amerika vom Silur bis mittleren Karbon vorhanden. Oder die Brückenechse *(Hatteria)*, die merkwürdige Übergangsform, welche die Reptilien und Beuteltiere mit den Vögeln verbindet, lebt seit der Zeit der unteren Permablagerungen, während zahllose ihrer höher entwickelten Abkömmlinge seitdem ausgestorben sind.

Wie sollte man sich dieses zeit- und teilweise Auslassen der Entwicklung erklären, namentlich auch die Tatsache, daß die gesamte Entwicklung nicht gleichmäßig schnell verläuft? Das gesamte *Palaeozoikum* weist durch Zeiten, deren Dauer nach den in ihnen gebildeten Ablagerungen ein Vielfaches des *Mesozoikums* beträgt, weniger Änderungen auf als der Übergang von der Kreide- zur Tertiärzeit, in dem sich auf allen Gebieten organischen Seins plötzliche und grundlegende Änderungen vollziehen.[21])

Ein Gegenstück hierzu bildet die menschliche Kulturgeschichte. Zwischen Christi Geburt und 300 nach Christo vollzog sich in Vorderasien und Ägypten eine größere Wandlung als in dem Jahrtausend zuvor. Vom Jahre 1000 bis 1400 entwickelte sich das Abendland weit langsamer, als in der Zeit von 1490 bis 1550. Die Zeit des Dreißigjährigen Krieges war die einer sprunghaften Entwicklung, während das ganze XII. bis XIII. Jahrhundert in einen wahren Stillstand versunken war. Dieser Ratlosigkeit macht die Deutung, welche das objektive Denken dem Entwicklungsbegriff gibt, mit einem Schlag ein Ende. Denn wenn Entwicklung nur der jeweils provozierte Ausgleichsvorgang zur Behebung einer Störung ist, dann ist ihre Inkonstanz geradezu eine Forderung, wie auch der identische Ablauf von Ontogenie, Phylogenie und Regeneration dann selbstverständlich wird und die Umkehrbarkeit der Entwicklungsvorgänge dem Verständnis ebensowenig Schwierigkeiten bereitet, wie das Funktionieren des gleichen mechanischen Vorgangs, die ihn bedingende mechanische Situation in unseren Vorstellungen gegeben ist, also z. B. in Geistesgeschichte und Naturwirklichkeit, in der kulturellen wie in der „natürlichen" Entwicklung. Ein einheitliches *Entwicklungsgesetz* ist eben nirgends zu finden. Ein ständig wirkender universeller Entwicklungszwang existiert nicht.

Die Ursache der „stammesgeschichtlichen Entwicklung" liegt nicht im Organismus. Die Integrationseigenschaften des „Weltkörpers Erde" sind es, die jeweils diese oder jene Gesellschaft von Organismen zu Neuanpassungen zwingen. Wenn durch die Pendulation oder die Schollenbewegungen klimatische Änderungen eintreten oder das Meer dort einbricht, wo früher Land war, dann werden an den unter neue Verhältnisse versetzten Lebewesen Anpassungen provoziert, deren Bilderreihe vom Menschen mit dem Namen Entwicklung belegt wird. Ebenso könnte man auch von einer Entwicklung der Kontinente oder des Klimas reden. Dort, wo die Organismen oft solchen Störungen ihrer Harmonie ausgesetzt sind, wird die Entwicklung beschleunigt. *Lingula* (Abb. 25) oder *Tiefseetiere*, die an Orten leben, die kaum jemals Änderungen ausgesetzt waren, bleiben von der Entwicklung verschont.

Stets hängt alle Entwicklung von der Geschichte der Störungen ab. Sie ist niemals im Physischen wie im Geistigen anderes gewesen als akzidentieller Ausgleich und Antwort auf Schicksale. Dauernd bleibt die Konstanz, flüchtiger Übergang ist die Entwicklung, die uns von nun an keine großen Rätsel mehr aufgeben wird. Die Störungen des Seins schaffen nicht nur das Weltbild, sondern auch Geschehen und Entwicklung in diesem Weltbilde.

Nichts ist in unserem Weltbilde als dieses „Sein" in dem Auswirken seiner zahllosen Integrationsstufen. Alle Wissenschaft des Menschen kann nichts anderes leisten, als dieses „Sein" in Wahrnehmungen umwandeln und die Grenze der Wahrnehmung erweitern, was sie allerdings ständig und gründlich besorgt. Dann kann sie sich das Ziel stecken, die Wahrnehmungen logisch (das heißt nach unserem Denkgesetz) und restlos zu ordnen, also unser „Weltbild" herzustellen und dem Menschen dadurch eine sehr intensive Orientierung über das „Sein" verschaffen.

Zu mehr ist Wissenschaft prinzipiell überhaupt nicht fähig. Sie gibt eine Analyse des „Seins" und überläßt es uns, unsere Handlungen mit den erkannten Weltgesetzen in Einklang zu setzen. Sie gibt uns aber Grundlagen, die ohne sie nicht erlangbar wären, die Möglichkeit zu dieser Tat, die jeder für seine besonderen Lebensverhältnisse anders ausführen muß.

Man kann nicht richtig leben, ohne die Gesetze der Welt zu kennen. Im Gesetz vom Sein kristallisieren sich alle; aber erst aus dessen Zerlegung erhalten wir die Kenntnisse, welche notwendig sind, um uns zur Vollendung unseres Seins zu führen. Und damit ist auch der gesamte Zweck und weitere Weg dieses Werkes auf das Genaueste vorgezeichnet.

Zusätze und Anmerkungen.

10 (S. 42). Vgl. hierzu *Ch. Renouvier*, Essais de critique générale (1854—1864). Klaren Ausdruck findet diese Selbstbesinnung in dem Neokritizismus des französischen Philosophen *Ch. Renouvier* (1815—1903), der auf *Kant*'scher Grundlage steht, sich von ihr aber dadurch entfernt, daß er streng an der Unerkennbarkeit der Welt außerhalb unserer Vorstellungen festhält. Erkenntnis gibt es nach dieser Auffassung nur von der Erscheinungswelt, daher ist der Begriff „Ding an sich" inhaltslos.

11 (S. 48). Hier differiert die objektive Denkweise von dem relativistischen Positivismus, mit dem sie — wie man wahrnehmen wird — sonst mancherlei Berührungspunkte aufweist. Denn dessen Elementarlehre lautet: „Es gibt keine Welt an sich, sondern nur für uns. Ihre Elemente sind nicht Atome, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen." . . . Trotzdem sind die Dinge nicht bloß subjektiv, vielmehr müssen wir die aus jenen Elementen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung in derselben Weise wie während der Wahrnehmung fortexistierend denken, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen." (*J. Petzoldt*, Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus

aus. Leipzig 1912. S. V.) *Petzoldt* stellt damit eine unzulässige Hypothese auf, die weit mehr aussagt, als man wissen kann (eine Sünde namentlich vom Standpunkt des sonst so sorgsam wägenden Empiriokritizismus aus), und vor allem ein „absolutes Sein“ postuliert. Daß ein solches dem relativen Positivismus vorschwebt, geht doch aus dem gleichen Werke auf S. 207—208 hervor.

12 (S. 49). Vgl. *G. Mie*, Moleküle, Atome, Weltäther. 3. Aufl. Leipzig 1911. 8.

13 (S. 51). Wenn wir eine Gasmasse annehmen, die in einem würfelförmigen Raum von 1 ccm enthalten ist, dann wird, wie eine einfache Ueberlegung besagt, ein Drittel der Gasmoleküle sich von rechts nach links oder umgekehrt bewegen, ein Drittel von oben nach unten, das letzte Drittel von vorn nach hinten unter der Annahme einer gleichmäßigen Energieverteilung.

Wenn man nun eines dieser Drittel betrachtet, muß man sich sagen: Jedes Teilchen liefert zu dem Druck (das Gases) einen Beitrag, der, aus Anprall und Zurückprall bestehend, dem Doppelten seiner lebenden Kraft entspricht. Der ganze Druck, den das Gas auf zwei sich entgegenstehende Flächen des Würfels ausübt, wird also sein: $^1/_3 \times$ Anzahl der Moleküle $\times$ Masse eines Moleküls $\times$ Quadrat der Geschwindigkeit. Nun ist die Gesamtmasse des Gases nichts anderes als die Anzahl der Moleküle multipliziert mit der Masse jedes einzelnen Moleküls; sie bedeutet in diesem Würfel nichts als die Dichtigkeit des Gases, so daß sich die obige Formel auch so ausdrücken läßt: Druck $= {}^1/_3 \times$ Dichtigkeit des Gases $\times$ Quadrat der Geschwindigkeit. Da aber die Dichtigkeit des Gases dem Volumen von 1 g des Gases umgekehrt proportional ist, sagt die Formel zugleich: Druck $\times$ Volumen von 1 g Gas $= {}^1/_3 \times$ Quadrat der Geschwindigkeit, mit anderen Worten: der Druck ist konstant, was bewiesen werden sollte (Inhalt des *Mariotte*'schen *Gesetzes).*

14 (S. 53). Die Erfolge, welche die von *Planck* und *Sommerfeld* erweiterte Quantentheorie bei Erklärung der Rotations- und Serienspektra, des Stark-Effektes, des Paramagnetismus und namentlich des Atommodelles von *Rutherford-Bohr* aufzuweisen hat, haben ihr so überzeugte Anhänger verschafft, daß die Physik von heute kaum mehr Widerspruch erhebt gegen den Satz, daß alle Elementarsysteme, welche die Naturvorgänge bestimmen, quantenmäßig eingeteilt werden müssen, was an sich übrigens nur die Erfüllung der biozentrischen Forderung nach Individuation (alles kann nur individualisiert erkannt werden) und damit ein weiterer Schritt zur Biologisierung der Physik ist. (Vgl. *W. Gerlach*, Die experimentellen Grundlagen der Quantentheorie. Braunschweig 1920.)

15 (S. 54). Vgl. *O. Sterzinger*, Zur Logik und Naturphilosophie der Wahrscheinlichkeitslehre, ein umfassender Lösungsversuch. Leipzig 1911. Ein ähnlicher, in gleichen Bahnen wandelnder Versuch, die teilweise richtig erfühlten Weltgesetze auf eine Grundtatsache, nämlich nach Annahme des Verfassers auf die Serialität zurückzuführen, ist *P. Kammerer*, Das Gesetz der Serie. Stuttgart 1919. *Kammerer* vermengt in seinem überaus reichen Tatsachenmaterial leider ganz verschiedene Dinge (Imitation, Integration, Knäuelung bzw. Quantelung), wenn er sich auch im Sinne der objektiven Philosophie auf den Boden einer einheitlichen Weltmechanik stellt.

16 (S. 58). Wenn die Ladung, welche das Atom eines Elements aufnehmen kann, mit e und die Masse dieses Atom mit m bezeichnet wird, so wird der Quotient e/m beim Wasserstoffatom, als dem mit kleinster Masse begabten Atom den größten Wert (10 000) annehmen. Als man ihn nun für die in den Kathodenstrahlen fliegenden Korpuskeln bestimmte, ergab sich (rund) e/m = 18 300 000. — Die einzig mögliche Erklärung war, daß das Elektron mit einer 1830 mal kleineren Masse verkettet sei als das Wasserstoffatom (*J. J. Thomson* 1897). Nun ergaben die Versuche von *Walter Kaufmann* für die verschiedenen Geschwindigkeiten der Elektronen folgende Tabelle:

Sek/km der Elektronen	Wert des Quotienten e/m
13 100 000	236 000
248 000	11 700 000
259 000	9 700 000
272 000	7 700 000
283 000	6 300 000
300 000	—

Je schneller also die Strahlen, desto größer ist die materielle Masse der Elektronen. Bei Lichtgeschwindigkeit ist die Masse des Elektrons 0 (e/m = 0). Das ist die Entmaterialisierung des Materiebegriffes.

17 (S. 58). Von dokeïn = scheinen. Begriff der Gnostiker, um ihre Überzeugung von der Irrealität gewisser Vorgänge z. B. des Lebens Christi auszudrücken.

18 (S. 62). Während aber *Swedenborg* in seiner Lehre von den Stufen und Formen in zwar mystischem Gewande intuitiv die Weltgesetzlichkeit der Integration nahe völlig richtig erkannte, faßt *Spencer* in den *„First Principles"* (6. Ed. § 145) Integration in völlig anderem Sinne, wenn er sagt: Entwicklung sei nichts anderes als einerseits Anhäufung (Integration) von Stoff und andererseits Zerstreuung (Desintegration) von Bewegung, so daß Auflösung das Gegenteil von Entwicklung ist. Daher ist ihm — der an die *Kant-Laplace*'sche Hypothese glaubt — die Verdichtung des Urnebels eine Integrationserscheinung, welche zur Ausstrahlung und Umwandlung von Bewegung führte mit Differentiation als Folge sekundärer Einflüsse. Dadurch bildeten sich die individuellen Teile, nämlich die Weltkörper aus, deren Entwicklung sich ständig in gleichem Sinne fortsetzt.

In diesem offenbaren Versuch einer Erklärung der Integration, die im *Spencer*schen Sinn nichts anders als die Singulation ist, wird das zu erklärende Geschehen selbst als Erklärungsgrund eingeführt. (Die Ursache der Verdichtung ist die Verdichtung.)

19 (S. 93). Vgl. *A. Cohen-Kysper*, Rückläufige Differenzierung und Entwicklung. Leipzig. 1918. Das Werk ist für die objektive Philosophie wichtig durch die Aufstellung eines mechanischen Schemas für Entwicklung und Regeneration, durch die Idee der Integration der mechanischen Systeme (S. 25), durch die Erkenntnis, daß in der Mechanik biologische Gesetze walten (S. 26, 29), schließlich durch Beweise für die Notwendigkeit einer Psychobiologie.

20 (S. 94). „Jedes freie materielle System kehrt in rückläufiger Bewegung auf eine frühere Phase zurück, wenn der rückläufige Weg der kürzeste mögliche Weg ist, auf dem der aufgehobene Ausgleich des Systems wieder hergestellt wird." (*Cohen-Kysper* S. 52.)

21 (S. 95). Völlig getrennt vom „Entwicklungsproblem" muß die Entfaltung der phyletischen Merkmale werden, die in ein ganz anderes Gebiet gehört wie die Entwicklungsfragen, nämlich in das der *Plasmaqualität.* Es gibt zweierlei Variabilitäten: die individuelle und die spezifische, die man auch als die supraindividuelle bezeichnen kann. Die erstere erklärt die Anpassungsmerkmale, die letztere die Herausbildung der Typen (Einzeller, Coelenteraten, Mesozoen, Echinodermaten, Mollusken, Insekten, Wirbeltiere, Tunikaten, Algen, Pilze, Moose, Farne, Phanerogamen usw.) und hängt wohl mit der Integrationsfrage zusammen. Diese phyletischen Merkmale sind gleich den Ideen der Menschen die einschränkenden Grenzen der Anpassungen. Nur in ihrem Rahmen kann der Organismus seinen Schicksalen (den Weltereignissen) entgegentreten. Fordern diese als Ausgleich zur Herstellung der Harmonie mehr, so kann keine Anpassung mehr erfolgen, und der Organismus stirbt aus, gleich wie Ideologen im Zusammenprall mit der Lebenspraxis untergehen. Dadurch isolieren sich die Typen.

Die Integrationsstufen des Seins

Notwendigkeit eines neuen Weltgemäldes — Morphologie der Quanten — Die Naturgeschichte der Elektronen — Die Atomspektren — Der *Stark*effekt — Der *Doppler*effekt — Die Atomkerne — Das *Bohr*'sche Atommodell — Die Radioaktivität — Die Isotopie — Das chemische Atom — Das *Gay-Lussac*'sche und *Avogadro*'sche Gesetz — Die Atomhypothese als Quantenschematismus — Der Nachweis der Moleküle — Die Naturgeschichte der Moleküle — Die Molekulartheorie — Wärme als molekulare Bewegung — Der absolute Nullpunkt — Die kinetische Theorie der Gase — Die *Brown*'sche Bewegung — Das Ultramikroskop beim Nachweis der Moleküle — Die Aggregatzustände der Materie — Feste Flüssigkeiten — Die Molethynen — Feste Kristalle — Die Kristallsysteme als Temperaturformen — Der Mensch als Temperaturform — Die Kristallsysteme — Verbreitung des kristallinischen Zustandes — Die Hauptgesetze des Kristallzustandes — Die logischen Gesetze in der Molekularanordnung — Die Molethynen im Reich der Lebenden — Kristalle als Notwendigkeitsformen der Substanz — Die Polarität der Begriffswelt als Wirkung eines Molethynengesetzes — Das Harmoniegesetz in der Kristallbildung als molekulare Eigenschaft — Die Raumgittertheorie — Das Gesetz des Optimums im Kristallbau — Flüssige Kristalle und ihre Probiotik — Die neue Einteilung der Seinszustände — Naturgeschichte der Kolloide — Kolloidale Struktur des Lebensstoffes — Die innere Konstitution des Moleküls — Das Strukturbild der Stoffe — Der Benzolring und der Stammbaum der Teerfarben — Der Elementbegriff — Die Frage des Uratoms — Die Zerlegung der Elemente durch die Radiotik — Die Lebensdauer der radioaktiven Elemente — Das periodische System der Elemente — Der Stammbaum der Elemente — Die Ordnungszahlen der Atome — Die Eigenschaften der Elemente als Integrationsqualitäten — Die Eigenschaften des Sauerstoffs — Verbrennung, Oxydation, Verwesung und Atmung — Die Gesetze des Stickstoffs — Die Eigenschaften der Luft — Der Bau der Atmosphäre — Die Entstehung der Wolken — Die Gesetze des Wasserstoffs — Der Kreislauf des Kochsalzes — Die Naturgeschichte der Metalle — Die Feldspate — Die Gesetze des Kalkes — Das Wärmegesetz des Kalkes — Sein Kreislauf — Die Meeressedimente — Die Kreisläufe sind die Form der Erhaltung der Materie — Die Bedeutung von Kali und Magnesium und ihr Kreislauf — Die Überschätzung des Eisens — Naturgeschichte der Flüssigkeiten — Der Kreislauf des Wassers — Die Ionentheorie — Die Ausfällung der Sedimente — Kreislauf der Sedimentgebirge — Die Naturgeschichte des Meeres — Kreislauf und Bedeutung von Silicium — Wüstenbildungen — Die Erdrinde vermehrt die Gesteine — Die Naturgesetze der Gesteine — Der Granit — Die Eruptivgesteine — Die Vulkantypen — Der Kreislauf der Kohlensäure — Die Kohlenstoffverbindungen — Die Eiweiße — Die Kennzeichen des Lebens — Der Bau der Zelle — Die Harmonie und Integration der Lebensformen — Die Personalkategorien — Elemente einer organischen Soziologie — Organische Staatsformen — Die Integrationseigenschaften des Geoids — Die chemophysikalischen Kräfte als Integrationseigenschaft der Himmelskörper — Die Sonne als Ursprung der irdischen Erscheinungen — Vulkanismus und Erdbeben — Die Bewegungen der Erde — Die Kepler'schen Gesetze — Die Entstehung der Jahreszeiten — Die Bode-Titius'sche Reihe — Die Gezeiten — Die Eigenschaften der Sonne,

7*

des Mondes und der Planeten — Planetoiden und Meteoriten — Kometen und Fixsterne — Die Sonnensysteme sind weder absolut harmonisch noch stabil — Der neue Weltblick — Anmerkungen und Zusätze.

„Die Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form und Mischung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte, als ein lebendiges Ganzes. Das wichtigste Resultat des sinnigen physischen Forschens ist daher dieses: in der Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen; von dem Individuellen alles zu umfassen, was die Entdeckungen der letzteren Zeitalter uns darbieten; die Einzelheiten prüfend zu sondern und doch nicht ihrer Masse zu unterliegen: der erhabenen Bestimmung des Menschen eingedenk, den Geist der Natur zu ergreifen, welcher unter der Decke der Erscheinungen verhüllt liegt."

Mit keinem besseren Satz als diesem aus der Einleitung des *Humboldt*schen Kosmos könnte ich den Versuch beginnen, die Vielfältigkeit, in die das Sein der Welt zersplittert ist, doch wieder zu einem *Gemälde der Welt* zusammenzufügen. Ein solches muß nämlich in dem Kreis, in dem sich unser Geist bewegen soll, aufgestellt sein, will man Material für die Erkenntnis der Gesetze der Welt haben. Denn wer ein Ding zerlegen und wieder aufbauen will, muß seine Teile kennen. So brauchen auch wir zunächst einen neuen Kosmos, und war es schon zu *Humboldts* Zeiten schwer, die Einzelheiten dieses Weltgemäldes prüfend zu sondern, ohne ihrer Masse zu unterliegen, so ist das heute im Zeitalter der Spezialisten eine Aufgabe, deren mangelhafte Lösung niemandem angerechnet werden kann. Wahrlich, nicht Ehrgeiz, sondern drängende Notwendigkeit zwingt dazu. Denn man kann nicht den Sinn eines Bildes erläutern, ehe dieses existiert. Daher muß ich dieses Weltbild malen.

Eigentlich vollbringe ich damit eine Aufgabe, die schlecht und recht jeder für sich lösen muß und auch gelöst hat. Denn wer wäre der Eitelkeit so bar, daß er frank und frei gestehen würde: ich habe kein Weltbild, sondern nur Bruchstücke eines solchen! Statt einem vollkommenen Gemälde nur einen Splitter, von dem auf das Ganze nicht geschlossen werden kann.

Ihr, die ihr dies lest, seid aufrichtig zu euch selbst! *Seid ihr mit eurem Weltbild zufrieden?* Jeder von euch beherrscht ein Fach. Darin wird es ohnedies schwer sein, „die Einzelheiten zu sondern, ohne ihrer Masse zu unterliegen". Und, was wißt ihr darüber hinaus? Fehlen nicht ganze große Wissenschaften, die ihr nur dem Namen nach kennt? Wenn ihr Geisteswissenschaftler seid, Jurist, Historiker, Staatswissenschaftler oder Sprachforscher, bedeutet euch die Naturwissenschaft mehr als ein leeres Wort? Oder ihr Naturwissenschaftler, was wißt ihr von den Gesetzen der Sprache, den großen Kunstwerken der Menschheit, den ewigen Ideen erleuchteter Köpfe? Und ihr Praktiker des Lebens, wißt ihr auch etwas von dem geheimen Leben eures eigenen Leibes, von den Kräften, die um den Erdball und jeden Augenblick mit euch spielen?

Wohl hat es sich schon eingeführt und es ist der Beginn der Besserung dieses menschenunwürdigen Zustandes, daß sich keiner für einen Vollmenschen hält, wenn er nicht den *Faust* gelesen hat, oder *Beethoven*'sche Musik gehört, wenn er niemals einen der gotischen Dome besichtigt hätte oder *Rembrandt*'sche Bilder, wenn *Wagner, Ibsen, Michelangelo, Kant* Worte ohne Inhalt für ihn wären. Diesen Weg muß man nur weiterschreiten, und niemand darf glauben, daß er einen richtigen Begriff der Welt und ihrer Gesetze erlangen kann, wenn er nicht in Wald und Wiese, als tiefen, unaussprechlich erhabenen Kunstwerken des Seins Bescheid weiß, nicht im Hochgebirge und am Meer gewesen ist, nicht mit dem Mikroskop umzugehen weiß und die Sterne nicht kennt, niemals Tier- und Pflanzenleben im großen und kleinen beobachtet hat und nichts ahnt von den tausend Zusammenhängen und Biocoenosen, in die wir mit den anderen Lebewesen und dem Weltall versponnen sind. Das alles ist noch lange nicht Naturforschung und Spezialwissen, sondern immer noch elementare und notwendigste Bildung, ohne die man kein Weltbild haben und nicht richtig leben kann. Ohne das wird man die Gesetze der Welt niemals verstehen, sich daher in hundertfache Irrtümer und hundertfaches Leid verstricken.

Was dieser Abschnitt meines Werkes zu leisten hat, ist also schon längst notwendige Aufgabe gewesen für jeden Menschen, der zu vollem Leben kommen wollte. Und nichts kennzeichnet die Verranntheit, Verarmung und Entartung des europäischen Lebens besser, als daß man ein derartiges Weltbild erst entwerfen muß, statt daß es ebenso selbstverständliches Gemeinbesitztum wäre wie Lesen und Schreiben. So soll man diesen Abschnitt lesen als endliche Erfüllung eines lange verschuldeten Versäumnisses *und dann die Augen weit aufmachen und in Natur und Kultur selbst erleben und denkend betrachten, wovon man hier gelesen hat.*

*

Das Weltbild des Menschen kann nach allem, was wir uns klar gemacht haben, nichts anderes sein als eine Übersicht der verschiedenen Integrationsstufen und Eigenschaften, in die das Sein zerfällt.

Von ihnen ist die primärste die Welt der *Quanten,* allerdings auch die zuletzt und daher am wenigsten bekannte. Nichts anderes vermag man von ihr auszusagen, als daß in ihr die *Individuation* anhebt, und daß aller Wahrscheinlichkeit nach eine *Morphologie der Quanten* geschaffen werden kann, da unter ihnen offenbar eine gestaltliche Verschiedenheit besteht. In der Weltstufe unter ihr, deren Integration sie darstellt, muß also die Formenbildung unbekannt sein; um so schwieriger wird es sein, jemals etwas Näheres über sie auszusagen.

Liegt ja schon die Quantenwelt nur im unbestimmten Schein einer Dämmerung, deren hellste Strahlen höchstens eine einzige Gestaltung, die des *elektrischen Elementarquantums* beleuchten, während vor dem übrigen selbst unsere Vorstellung im Dunkel irrt. Über das *Elektron* liegen aller-

dings, wie man schon den vorigen Abschnitten entnehmen konnte, viele, einander sogar widersprechende Erfahrungen vor. Sucht man das Haltbare zusammenzufassen, dann erhält man etwa das folgende Bild:

Die Elektronen sind (1830 mal) kleiner als das leichteste und damit wohl auch kleinste Atom. Da dieses $\frac{1}{6{,}06 \times 10^{23}}$ Gramm zu wiegen scheint, worüber ich auf Seite 57 nachzulesen bitte, ist die Annahme gerechtfertigt, daß ein Elektron das Gewicht besitzt, das man erhält, wenn man 1 Gramm durch $110\,898^{23}$) teilt. Seine Größe wird von *Fajans* auf einen Radius von 10^{-13} cm*) angenommen, wobei zugleich kugelige Gestalt vorausgesetzt wird.

Die Zahl der Elektronen, die sich zur „Welt" eines Atoms zusammenschließen, ist nicht groß. In dem Wasserstoffatom scheinen überhaupt nur zwei Bestandteile, ein Kern und ein Elektron vorhanden zu sein, und wenn die *J. J. Thomson*'sche Annahme Recht behält, dann entspricht die Zahl der Elektronen in den Atomen stets nur deren Atomgewicht, überschreitet also 238 nicht, da dieses Gewicht einer Abart des Elementes *Uran* zukommt, das den Gegenpol des leichtesten, nämlich des Wasserstoffgases, bildet.

Alle diese Angaben muten an wie eine Wissenschaft des Unsichtbaren und drängen zwingend zu einer Erklärung, wieso man über die Elektronen als Bausteine des Atoms etwas Sicheres wissen kann.

Wenn nun auch noch niemand ein Elektron erblickt hat, so konnte man doch dessen Spur in leuchtender Flammenschrift sichtbar machen in einem prachtvollen Experiment, für dessen ergebnisreichen Ausbau man dem Würzburger Physiker *J. Stark* den Nobelpreis mit Recht verliehen hat.

Die Analyse eines Lichtes mit einem Prisma gestattet bekanntlich die in dem Licht vorhandenen Farben gewissermaßen nebeneinander in einem Band aufzurollen. Diese *Spektralanalyse* ist eine „Biotechnik", da sie uns im Großen von den wie Prismen wirkenden Wasserbläschen in Gestalt des *Regenbogens* vorgemacht wurde. Bei dieser Gelegenheit schon konnte man sehen, daß das Sonnenlicht ein Gemenge aller nur erdenklichen Farben ist.

Bringt man nun in dem Licht einen Körper zum Glühen, so wird er das Lichtspektrum vornehmlich beeinflussen, womit sich ja jedermann als Kind weidlich unterhalten hat, wenn er einen in Salz getauchten Draht in die Spiritusflamme hielt und sich zuerst an deren gelbem Schein, hierauf an dem blutigen Rot eines Strontiumdrahtes und dem geisternden Grün eines Kupferdrahtes erfreute. Untersucht man solche Metalldrähte, z. B. Kupfer, im Spektrum, so findet man alle anderen Farben ausgelöscht und nur eine erhebliche Anzahl grüner und blauer Linien erhalten, die eine bestimmte Gesetzmäßigkeit verraten. Man sollte sich nun zur Klärung des Atombaues diesem Studium von Metalldämpfen hingeben, da man von den chemischen Rechnungen her weiß, daß das Molekül der Metalle nur ein Atom in sich schließt. *Die in ihren glühenden Dämpfen sich bewegenden Teilchen, die*

---

*) $10^n = 10$ mit n Nullen, $10^{-n} = {}^1/_{10}$ n.

solch ein eigentümlich farbiges Licht erregen, sind also die Atome selbst. Und was sie im Spektrum an Gesetzmäßigkeit ihrer Linien aufzeichnen, sind Gesetze der Atome.

Es wäre ein Zeichen von erfreulichem Scharfsinn, wenn hierauf einer sofort auf den Gedanken verfallen wäre, auch Wasserstoffgas solchen Untersuchungen zu unterwerfen, da es den einfachsten Bau besitzt und daher gleichfalls in die Welt der Atome Einblick gewähren müßte.

Gase kann man allerdings nicht als leuchtende Drähte spektroskopisch sichtbar machen, wohl aber, wenn man mit ihnen eine *Geißler*'sche Röhre füllt, durch die man eine elektrische Entladung hindurchgehen läßt. Diese Untersuchung endet damit, daß man nicht so viele Linien wie bei den Metallen zu sehen bekommt, sondern nur drei helle: Rot, Grün, Blau und außerdem zwei violette. Die Beziehungen zwischen diesen Linien lassen sich in eine Formel (*Balmer*'sche Formel) bringen, die dann stets gleich bleibt und bei allen Atomspektra wiederkehrt, so daß sie offenbar etwas über das Gesetz des Atombaues aussagen muß. Vor allem beobachtet man, durch die Farben ausgedrückt, nicht *eine* Serie von Schwingungen, sondern drei, von denen eine mittlere als Hauptserie durch Gesetze der Harmonie mit ihren Nebenserien noch verbunden ist. Auch sind bei den meisten Elementen, die man so untersuchte, die Linien jeder Serie noch zweifach oder dreifach gespalten und in jeder Linie wieder durch differente Gesetzmäßigkeiten ausgezeichnet.

Hier griff nun *Stark* mit seinem Scharfsinn ein. Er machte darauf aufmerksam, daß die Spektrallinien sich zusammen und einheitlich bei gewissen Eingriffen verschieben, also gesetzmäßig miteinander verbunden sein müssen. Daraus war zu schließen, daß sie von demselben Träger, also einem Atomindividuum ausgesandt werden, dieses also nicht homogen sein könne, sondern einen inneren und *zwar einen verwickelten Bau besitze!* Die Hauptserie und die harmonischen Serien verschoben sich gemeinsam nach jeweils anderem Gesetz, so daß sie verschiedenen Trägern zugeordnet werden konnten. Solch ein besonders lehrreicher Eingriff war die Einwirkung von Elektrizität auf Kanalstrahlen (vgl. S. 51 und Abb. 11). Es entstanden dadurch neue Seriensysteme als Zeichen, daß die Lage der Elektronen geändert war. Diese Verschiebung, die man seitdem den *Stark-Effekt* nennt, erinnert an ein dem Astronomen wohlbekanntes Phänomen, das nach dem Forscher *Doppler* benannt ist und in Kürze darin besteht, daß ein sich uns nähernder Stern seine Spektrallinien nach Violett hin im Spektrum verschiebt, während ein sich entfernender Abweichungen nach Rot hin zeigt. Je nach der Geschwindigkeit ist diese Verschiebung verschieden groß. Indem sich das gleiche Phänomen im „atomären Sternensystem" einstellte, zeigte es dadurch auch Bewegungen der Elektronen im Atom an.

Jedenfalls ist hier ein Weg offen, um dem Bau des Atoms näherkommen zu können, und auf solche Weise ist das Bild zustandegekommen, das man als das *Rutherford-Bohr*'sche Atommodell (Abb. 27) bezeichnet, und das

von drei Richtungen her, vom Studium der Radioaktivität, der Quantentheorie und dem der Spektrallinien übereinstimmend gestützt, eine gewisse Aussicht hat, die Gesetze des Atombaues auch annähernd wiederzugeben.

Danach muß allen Atomen zunächst ein Kern zugeschrieben werden. Die in der gesamten Formengebung der Welt immer wiederkehrende Tatsache, daß ein Komplex ein Zentrum seiner Beziehungen in sich hegt (Sonnensysteme und Sonne, Zelle und Zellkern, Organismus und Gehirn, Staat und Regierung, Werke und ihr wesentlicher Inhalt) beginnt also bereits im elementaren Sein. Der Kern der Atome verriet sich zuerst, als englische Physiker 1913 beim Durchgang von Atomen (nämlich α-Teilchen radio-

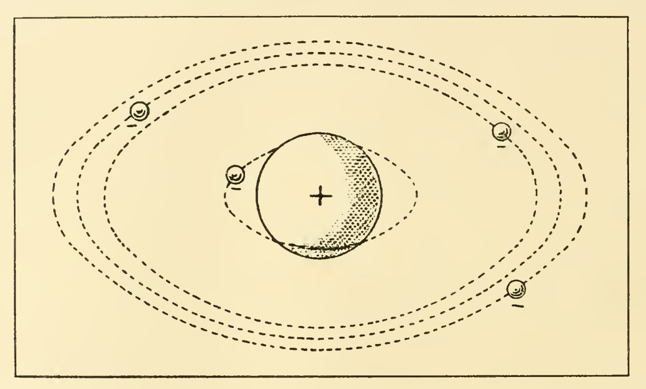


Abb. 27. Der Bau des Atoms nach den Vorstellungen von Rutherford und Bohr
Um einen relativ großen Kern (Auffassung von Fajans), der negative Elektronen und positive Elektrizität enthält, kreisen in quantenmäßig bestimmten elliptischen Bahnen kleine negative Elektronen, gegen deren Bahn der Kern überaus klein ist. (Original)

aktiver Substanzen) durch dünne Metallfolien Ablenkungen in deren Bahn wahrnahmen; man konnte dabei sowohl feststellen, daß der Kern auch positive Ladung besitzt, wie daß er im Verhältnis zum Atom überaus klein ist. Gerade darin kommt eine merkwürdige Übereinstimmung in der Mechanik der Atome und der Himmelskörper zutage. Seitdem sich herausgestellt hat, daß der gesamte Raum von der Sonne bis zur Bahn ihres äußersten Planeten eine Einheit darstellt, die wenigstens von einem Bestandteil der Sonnenatmosphäre, dem Gase *Coronium* erfüllt ist, erscheint auch das Sonnensystem nach dem Gesetz des Atommodells erbaut, in dem Körper in Bahnen um einen Mittelpunkt kreisen, der im Verhältnis zum Ganzen sehr klein ist. (Man vergleiche dazu die Abbildung des Sonnensystems Abb. 1.)

Im Atom — wenigstens des bisher allein darauf untersuchten Wasserstoffs und des sehr ähnlichen Heliumgases — konnte man nach dem Maße der Ablenkung berechnen, daß der Kern die Größenordnung von 10^{-12} im

Radius nicht überschreiten kann. Seine Ladung ist positiv, und das ist heute die einzige Möglichkeit, noch von „Masse eines Elements" zu sprechen, denn noch widersteht er den Versuchen, ihn in lauter Elektronen aufzulösen, da diese alle nur negativ geladen sind. Immerhin besteht heute schon die Möglichkeit, aus dem Atomkern negative Elektronen abzuspalten. Es haben also die Kerne trotz ihrer Kleinheit noch immer eine verwickelte Zusammensetzung, die sicher noch vieles Neue unseren Begriffen zumuten wird.

Schon heute läßt sich z. B. mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß die Kerne aller anderen Atome außer dem Wasserstoffatom eine höhere positive Ladung als diese besitzen. Von dieser scheinen gerade die wesentlichen Atomeigenschaften (Masse und Bestand) abzuhängen, so wie der Charakter einer Sonne (dunkler, weißer, gelber usw. Stern) der Natur seiner Trabanten die Entscheidung aufprägt. Nach ihren Röntgenspektren hat man *(Moseley)* eine Reihenfolge aufstellen können, die mit *Hydrogen* als Atom mit einfach positiv geladenem Kern beginnt, sich mit *Helium* (2fach) fortsetzt und bis 92 *(Uran)* ansteigt. Man hat dadurch *Ordnungszahlen* der Atome kennen gelernt *(A. van den Broek)*, die es ermöglichen, eine Art *natürlichen Systems* der Elemente aufzustellen. Eine prachtvolle Bestätigung dieser Anschauung liegt darin, daß man zu demselben Elementensystem auch auf anderen Gedankenwegen geführt wurde, indem man nämlich die Atomeigenschaften nach gewissen einheitlichen Gesichtspunkten zusammenordnete. Das bekannte *periodische System* des Russen *Mendelejeff* und des Deutschen *Lothar Meyer* ist auch nichts anderes als das System der Ordnungszahlen, dessen sich die neueste Chemie bedient; so stützt eines das andere.

Aber das Studium der Kernladung hat noch in einer anderen höchst merkwürdigen und weitreichenden Hinsicht Erfolge gezeitigt.

Man hat gefunden, daß sich die Kerne wenigstens gewisser Elemente zersetzen. Sie geben sowohl positiv wie negativ geladene Elektronen ab, und man hat sich auf diese Weise zunächst, wie vorhin gesagt, davon überzeugt, daß die Kerne auch negative Elektronen enthalten. Im Verhältnis zum negativen Elektron ist der Kern außerordentlich groß, denn wie man an Wasserstoffatomen, die ihre negative Elektrizität, damit also den Trabanten ihres Systems abgegeben haben, festgestellt hat, war der übrigbleibende Kern von 1830mal größerer Masse als die Elektronen. Wieder zeigt sich so seine Übereinstimmung in der „Mechanik" zwischen Sonnen- und Atomsystem. Denn das Zentrum des Systems ist bei beiden weit größer als alle seine Trabanten.

Den Beweis für all diese Behauptungen erbrachte der Däne *Niels Bohr* dadurch, daß es ihm gelang, das Spektrum des Wasserstoffatoms durch die entwickelte Auffassung vollständig zu erklären.

Wenn nun die Haupt„masse" des Atoms dem Kern zukommt, so darf wohl angenommen werden, daß alles, was aus dem Atom in relativ großen Massen ausgeschleudert wird, Kernsubstanz ist. Bei gewissen Elementen wird ständig

und viel Masse abgeschleudert (die sogenannten α-Teilchen), die sich als Leuchten und durch Umwandlung der Energie beim Auftreffen auf andere Materie auch als Wärme kundgibt. Weil diese Elemente aktiv strahlen, nennt man sie *radioaktiv,* und unsere ganze Generation wird sich noch des ungläubigen Erstaunens erinnern, mit dem man um 1896 die ersten, aus Paris kommenden Nachrichten aufnahm, wonach es gelungen sein sollte, aus einer zu Joachimstal in Böhmen stammenden *Pechblende* ständig eine Strahlung und Wärmeentwicklung zu erhalten, die man nach ihrem Entdecker zuerst als *Bequerel'*sche Strahlen bezeichnete, bis es dann dem französich-polnischen Ehepaar *Curie* gelang, daraus ein neues Element zu isolieren, das den glänzenden Namen *Radium* erhielt.

Radium ist ein Element, das ständig zerfällt, oder richtiger gesagt, das aus seinen Atomkernen ständig etwas Materie ausschleudert. Wer jemals eines der Salze dieses zu den Erdmetallen zählenden Stoffes in seinem blassen Phosphoreszenzlicht leuchten sah, wie dies zum Beispiel im Münchner Deutschen Museum jedermann möglich ist, der hat wohl angesichts dieser in der großen Dunkelheit glimmenden Lichtfünkchen auch etwas empfunden von dem großen Rätsel des Seins, das sich nirgends so greifbar verdichtet wie an diesem Punkt, an dem sich die Materie aufs Unfaßlichste wieder verliert ins scheinbare Nichts, allerdings mit einer Langsamkeit, die jedem Körnchen dieser mit Diamanten nicht aufzuwägenden Substanz noch 1600 Jahre Dauer sichert. Seitdem man uns mit den ersten Nachrichten über den Wunderstoff verblüffte, von dem die Erdrinde in einer Million Kubikmeter nur etwa acht Gramm birgt, und der durch eine Wärmeentwicklung, welche die energischste aller Verbrennungen gerade um eine millionfache Intensität übertrifft, theoretisch eigentlich 30mal so viel Wärme entwickeln müßte, wie die Erde durch Strahlung verliert, seitdem hat sich eine ganze neue Wissenschaft, die *Radiologie*, entwickelt, von der *Kasimir Fajans,* einer ihrer besten Förderer, mit berechtigtem Stolz sagen konnte, sie habe das verwirklicht, was die Alchemie nur angestrebt hat.

Viele neue Elemente wurden durch sie ans Licht des Wissens gebracht, die alle die gleiche Eigenschaft, wenn auch in verschiedenem Grade besitzen, aus ihren Atomkernen Masseteilchen abzuschleudern. Und gerade deren Studium hat zu den Erkenntnissen von der tief im Innern der Atome verborgenen Welt geführt, wodurch *Radioaktivität als Atomeigenschaft* erkannt ist. Die Radioelemente haben denn auch zu dem, einem Chemiker der alten Schule völlig unfaßbaren Begriff geführt, *daß verschiedene Elemente gleichen chemischen Typus haben, aber doch im Atombau verschieden sein können.* Man nennt diese Erscheinung *Isotopie* und hat zum Beispiel solche isotope Formen von *Blei* beobachtet, die dann als *Plejade* des Bleis nach den Atomgewichten als 206,0/Pb, 207,2/Pb und 208,0 unterschieden werden. Die Isotopie aber war wieder ein Beweis für die Anschauungen vom Bau der Atome, denn zu ihr gelangte man von den Vorstellungen eines

Atomkernes aus, wurde sie doch als die *gleiche* Kernladung verschiedener Atome aufgefaßt und von da aus erst aufgedeckt. So verband sich die Radiologie mit der Atomforschung; eines griff ins andere und der absonderliche Bau von Vorstellungen, in dem wir in diesem ganzen Abschnitt bewundernd und erstaunt umhergehen, findet allseits Stützen in greifbaren Tatsachen, so daß er heute schon weit mehr die Beschreibung von Gesetzen als eine Hypothese ist.

Abgerundet wird die Beschreibung der Natur der Atomkerne jedenfalls durch die aus dem Vorigen mit Händen zu greifende Tatsache, daß also *die Kernladung, die sowohl die Zahl, wie die Anordnung der um den Kern sich bewegenden Teile nach dem Gesetz des elektrostatischen Gleichgewichtes bestimmt, das Wichtigste und Ausschlaggebende am Atom sein muß.* Im Gleichnis der Astronomie gesprochen: die Energien der Sonne bestimmen letzten Endes die sämtlichen Eigenschaften im Sonnensystem bis zum letzten Trabanten. So hängen auch alle Eigenschaften des Atoms (und damit der materiellen Welt) von den Atomkernen ab. In ihnen, verborgen im Dunkel unermeßlicher Kleinheit, schläft eigentlich das Weltgeheimnis.

Aber einiges wird davon doch gelüftet durch die Dinge, die soeben als ihr Widerspiel erkannt wurden, nämlich durch ihre Trabanten, die negativen Elektronen, die mit Lichtgeschwindigkeit um sie kreisen und schon dadurch zwingend den Vergleich mit einem Sonnensystem vor die Seele stellen.

Von ihnen weiß man als Erstes und Sicherstes, daß ihre Ladung der des Kernes das Gleichggewicht hält. Da sie aber negativ ist, müßte der positive Kern ihnen Vereinigung aufzwingen. Da eine solche, wie die Tatsachen beweisen, nicht erfolgt, sieht man sich zur Annahme gezwungen, daß sie die Anziehung durch Rotation mit etwa Lichtgeschwindigkeit überwinden. Unter sich müßte sie die gleichnamige Elektrizität auseinanderschießen lassen, wie die Hollunderkügelchen im Schulversuch. Es muß sich also eine zusammenhaltende Kraft, welche nur die Gravitation sein kann, geltend machen, wodurch die Gleichgesetzlichkeit mit der Sonnensystem-Integrationsstufe noch augenfälliger wird.

Nur von den einfachsten Atomen weiß man, in welcher Anordnung die Elektronen um den Kern schweben. Sie beschreiben kreisförmige oder elliptische Bahnen, wobei ganz sicher, schon aus mechanischen Gründen, in den komplizierten Atomen Unterschiede zwischen den einzelnen obwalten müssen. Entweder sie wiederholen genau das Gesetz unseres eigenen Sonnensystems, oder — was z. B. auch von *Fajans* für wahrscheinlicher gehalten wird — sie nehmen die Ecken von räumlichen Gebilden (z. B. Würfel usw.) ein, die man sich um den Kern gelagert denken muß. Immer sind diese Bahnen im Vergleich zum Kern sehr ausgedehnt und reichen wohl bis zur Größenordnung von 10^8 cm.

Diese Trabantenschar bestimmt die chemischen Eigenschaften der Welt. Mit ihr hängt die Ordnungszahl der Elemente im gleichen Gesetzesrahmen.

Auch die *chemische Valenz,* d. h. das Verhältnis, in dem sich die Elemente verbinden (*Oxygen* ist z. B. zweiwertig, wie die Formel H_2O zeigt, da es zweier Grammatome *Hydrogen* bedarf, um ein Atom Sauerstoff zu binden) und das sich bekanntlich für dasselbe Element ändern kann, hängt von der Zahl der Elektronen ab, die leicht von dem Atom entfernt werden können.

Man hätte über diese Verhältnisse keine Klarheit erlangen können, wenn nicht *Niels Bohr,* der begabteste der dänischen Physiker, die Quantenhypothese (vgl. S.22) zu Hilfe genommen und zur Erklärung der Spektralerscheinungen, aus denen man ja alle diese Kenntnisse gezogen hat, vorerst die Versuchsannahme gemacht hätte, von den Elektronen zu behaupten, daß sie in quantenmäßig ausgezeichneten stabilen Bahnen laufen und Strahlungen nur aussenden, wenn sie aus dieser Bahn geworfen werden. Dadurch konnten auf einmal die Gesetze (die schon erwähnten *Balmer-Rydberg*'schen Formeln) der Serien bei den Atomspektren auf die allgemein spektral-analytischen Erfahrungen zurückgeführt werden. *Sommerfeld* in München hat das nur erweitert und auch für elliptische Bahnen der Elektronen verständlich gemacht, ebenso die „*Quantelung*" der Bahnen berechnet und das Atommodell mit den Forderungen der Relativitätstheorie in Einklang gebracht. An diesem Punkte steht man jetzt und kann wohl mit Recht sagen, daß mit dem *Atommodell,* dessen Darstellung ich angesichts der eminenten Wichtigkeit der Sache etwas ausführlicher gehalten habe, eine neue Welt des Seins entdeckt ist, ein Weltsystem in der Richtung des kleinsten Raumes, das die Worte eines berühmten Wiener Physikers sehr wohl nachempfinden läßt: Wie schade, daß man sterben muß, bevor hier alles entdeckt ist!

Aber wenn man von dieser Welt des Elektronenfirmaments zurückkehrt in die des Atombegriffes, mit dem der praktische Chemiker, dieser Diener des Farben, Zucker, Seifen und Medikamente erzeugenden Alltags stündlich hantiert, ist es doch ganz unverkennbar, daß das „Atom" von *Rutherford-Bohr* keineswegs von vornherein identisch mit jenem Atombegriff ist.

Denn das Atom der chemischen Rechnung ist doch nur eine Vorstellung aus der geistigen Welt der Gesetzeszusammenhänge, um diese mathematisch zerlegen und wieder vereinigen zu können! Wie es *A. v. Humboldt* mit unübertrefflicher Klarheit vor fast hundert Jahren gesagt hat: „Um die Erscheinungen dem Kalkül unterwerfen zu können, wird die Materie aus Atomen (Molekülen) konstruiert . . ."

Eigentlich sind Atome für den Chemiker nur das Wort, mit dem er abgekürzt die Tatsache kennzeichnen will, daß es chemische Einheitsgewichte gibt. Wirft man einen Blick auf die *Geschichte der Atomhypothese,* so wird man sofort darüber Klarheit erlangen, daß es dem Chemiker als solchem ganz gleichgültig sein kann, ob er für seinen Atombegriff reelle Unterlagen erhält oder nicht. Er braucht ihn nur als Hilfsmittel, als Rechenknecht bei der Kalkulation chemischer und physikalischer Vorgänge. Deshalb wurde die Atomvorstellung, die eine jahrtausendalte und wieder ande-

res bedeutende philosophische Spekulation *Demokrits* war, im Jahre 1804 von dem englischen Chemiker *Dalton* erfunden und zuerst so primitiv gehandhabt, daß sie auch noch den *Molekülebegriff*, also die nächsthöhere Integrationsstufe in sich schloß.

Entstanden ist die *Atomhypothese* eigentlich letzten Endes aus der Erfahrung, daß alle Arten von Stoffen zusammendrückbar sind *(Kompressibilität)*. Von Gasen weiß das jedermann, ebenso von elastischen Substanzen; in geringem Maße gelingt die Kompression sogar mit allem, was uns umgibt. Man kann sich das nur so erklären, daß all diese Dinge aus kleinen, allerkleinsten Teilen bestehen, zwischen denen Lücken vorhanden sind. Durch das Pressen werden sie dann zusammengedrängt. Mit dieser Annahme von Teilchen und Poren konnte man auch sehr gut die einer Erklärung bedürftige Beobachtung decken, daß eine Lösung, in der man ein bestimmtes Quantum Salz auflöst, ihr Volumen nicht vergrößert. Nur fordert die Erklärung dann die Annahme, daß alles eine körnige Struktur habe, daß also Luft, Wasser, feste Gegenstände jeder Art aus imaginären Körnchen zusammengesetzt seien, die man dann *Moleküle* nannte.

Kaum war diese Annahme gemacht, so bemerkte im Jahre 1808 der französische Chemiker *Gay-Lussac*, daß bei allen Versuchen mit Gasen das Verhältnis der Volumina der dabei beteiligten Stoffe sehr genau durch Zahlen ausgedrückt werden kann, die niemals Brüche erfordern. Immer handelte es sich dabei um ein gerade Vielfaches der Einheit; es gab bei diesen Rechnungen stets nur ganze Zahlen, nie etwa $2^3/_4$ oder $7^1/_6$ u. dgl. *(Volumengesetz von Gay-Lussac)*. Voraussetzung war nur, daß gleicher Druck und gleiche Temperatur herrschten. Das ließ sich auf die Gewichte aller Elemente und ihrer Verbindungen übertragen; im Gaszustande stehen sie stets zueinander im Verhältnis einfacher ganzer, also rationaler Zahlen.

Unbedingt folgt daraus, daß jede chemische Verbindung sich aus Einheiten zusammensetzt, mit denen leicht gerechnet werden kann. Diese Einheiten nannte *Davy* zwar noch Moleküle, *Avogadro*, Professor der Physik in Turin, aber nannte sie 1811 *Atome*, um die chemische „Einheit" damit festzulegen. Und binnen kurzem erhielten nun die in Frage kommenden Zusammenhänge die Form, die sie auch heute noch als *Gesetz der konstanten* und *multiplen Proportionen* besitzen. Diese Gesetze lauten: Das Gewichtsverhältnis der Bestandteile einer chemischen Verbindung ist stets dasselbe. Bilden aber zwei Elemente mehrere Verbindungen miteinander, so stehen die miteinander verbundenen Mengen stets im Verhältnis einfacher ganzer Zahlen.

Damit war aus der Alchemie die Chemie geworden und ein neues Instrument als das maßgebliche in das chemische Laboratorium eingezogen: die Wage. Chemie war von da ab eigentlich eine Wägekunst. Das *Atomgewicht*, d. h. die Gewichtseinheit, in der die Gewichtsverhältnisse jedes Elementes in allen seinen Verbindungen ausgedrückt werden, wurde zum

Rechenpfennig, und die Herstellung von chemischen Präparaten wurde zur einfachen Rechenkunst, von der die Chemiker mit einer merkwürdigen Bescheidenheit des Stolzes sagten, sie sei so einfach, daß kein Chemiker dazu mehr Kenntnisse als die in der Volksschule erworbenen brauche. Es war nur Vereinfachung, aber keine Änderung, als *Berzelius* in Schweden später eine symbolische Schrift, die bekannte *chemische Hieroglyphik* dazu erfand, die den oder die Anfangsbuchstaben der alchemistischen Elementennamen als Symbol für die als Atomgewicht bekannt gewordene Menge verwendete, und die dann ganz kurz aufschreibt: Eisenrost (Eisenoxyd) sei

$$Fe_2O_3 = 2Fe + 3O,$$

d. h. die zweimalige Menge des Atomgewichtes von Eisen (Fe) und die dreimalige von Oxygen (O) verbinden sich zu Fe_2O_3, einer Verbindung, in der das Atomgewicht von Eisen zweimal, das von Oxygen dreimal vorhanden ist. Aufgeschrieben ist damit in ganz übersichtlicher Formel, gleichsam wie in einem Apothekerrezept der Vorgang des *Rostens*.[22])

So wurde man von der Molekularannahme zu der Atomhypothese gedrängt durch die Einsicht, daß in Verbindungen die kleinsten Teile doch unmöglich aus allen verbundenen Elementen bestehen können. Bei Elementen besteht natürlich auch der kleinste Teil von Wasserstoff aus Wasserstoff, aber schon im denkbar kleinsten Teil von Wasser sind weitere Bestandteile, nämlich ein zweifaches Elementarquantum Wasserstoff und eines von Sauerstoff vereinigt im Molekül. Dadurch schiebt sich von selbst die Vorstellung ein, daß ein Molekül Wasser immer noch aus drei Einzelteilen bestehen müsse, nämlich aus zwei Teilen H und einem Teil O. Diese letzten drei Teile erst sind die Atome. *Die Atomannahme wurde also nicht gemacht, um Realitäten, sondern um Proportionen auszudrücken. Sie ist ein bloßer Quantenschematismus,* ein Ausdruck für das Gesetz der Gewichtsverhältnisse, der auffallend übereinstimmt mit den Wärmequanten von *Max Planck*, weil in deren Welt auch das Gesetz der multiplen Proportionen herrscht, wie auf Seite 22 ausgeführt ist. Mit anderen Worten, aus den Verteilungsgesetzen der Materie hat man mittels der Wage nichts anderes *als das Quantengesetz der Welt erkannt und es in die Form der Atomhypothese verkleidet.* Die Atome der Chemiker haben weit mehr mit den Quanten zu schaffen als mit dem Elektronenbau der Physiker, wenigstens ist dies erst ein Problem, das noch zu untersuchen ist und das bisher mehr oder minder dem Scharfsinn der Physiker entging.

Das Verhältnis von Elementarquantum, Elektron und chemischem Atom ist also noch festzulegen; jedenfalls sind die Begriffe „atomistische Struktur der Elektrizität“ und „Atomistik in der chemischen Rechnung“ noch sehr verschieden voneinander. Ganz abgesehen wird hierbei ohnedies von der Tatsache, daß auch für den Rechenschematismus der Chemie die Atomannahme keinesfalls in allen Beziehungen ausreicht.[23]) Jedenfalls: zu den Wirklichkeiten der Welt gehören wohl die Elektronen und die aus ihnen

zusammengesetzten Systeme, *nicht aber die Atome der Chemie, die nach wie vor nur eine Hilfsvorstellung des chemischen Kalküls sind!*

Ganz anders verhält sich die Sache mit den Molekülen. Mit ihnen steht man ebenso den Wirklichkeiten der Beobachtung gegenüber wie bei den Atomen der Elektrizität. An sich kann man auf das Leichteste den Weg zu ihrer Beobachtung einschlagen, wenn man versucht, die Materie so zu verdünnen, bis sie ihren Zusammenhang verliert und sich in ihre kleinsten *Korpuskeln* auflöst.

Schon von jeher haben sich gewisse Gewerbe damit gebrüstet, daß sie diese Teilung der Materie geradezu ins Unbegrenzte demonstrieren können. Ein Wunderwerk ihrer Leistung waren z. B. die sog. *Goldschlägerhäute*, in denen durch Hämmern ein Würfel Gold von 1 cmm Größe zu einer zusammenhängenden Metallhaut von etwa Handtellerfläche auseinander getrieben wurde. Das entsprach 10 000 qmm, und danach läßt sich leicht ausrechnen, daß ein derartiges Häutchen nur $^1/_{10\,000}$ mm dick ist. Trotzdem hatte es alle Eigenschaften von Gold. Der Umstand, daß es fast durchsichtig war und das Licht grün durchschimmern ließ, erweiterte nur die Beschreibung des Goldes, ließ aber noch keine Molekulareigenschaft erkennen. Trotzdem ist damit die Grenze dessen, was noch im Mikroskop erblickt werden kann, schon bei weitem überschritten. Teilchen von $^1/_{10\,000}$ mm Durchmesser (im Sprachgebrauch der Physik 0,1 μ geschrieben) lassen sich nicht mehr mit Sicherheit unterscheiden. Wenn das die Moleküle wären, so könnte man sie im Mikroskop nicht mehr sehen. Es besteht aber gar kein prinzipielles Hindernis, Metalle noch dünner auszuwalzen, und so konnte leicht die Ansicht verfochten werden, die Teilbarkeit der Materie sei unbegrenzt.

Die Versuche mit Ölhäuten haben uns jedoch von dieser Ansicht bekehrt. An einer Schüssel voll Wasser kann sie jedermann wiederholen. Er braucht dabei nur einen Tropfen Petroleum zu beobachten, den er daraufbringt. Rasch breitet es sich zu einem Häutchen aus, das sich immer mehr verdünnt, endlich Löcher bekommt, dann in lauter Fetzen zerfällt, die sich wieder ausbreiten, das gleiche Schicksal erleben, bis endlich alles unter die Grenze der Sichtbarkeit sinkt. Wenn man den Radius der Ölhaut und das Quantum des verwendeten Öles kennt, kann man die Dicke der so entstandenen Schichten genau berechnen, und so fand man, daß bei 0,1 μ die Zerreißung der Ölhäute zu beginnen pflegt. Durch Komplikation des Versuches konnte man auf diesem Wege sogar noch Ölhäute von 0,3—0,5 μμ (1 μμ = 0,001 μ) Dicke herstellen. Aber — und das ist das für unseren Gedankengang Wichtige — es zeigte sich, *daß der Stoff bei einer sehr feinen Verteilung seine Eigenschaften ändert!* Schon bei einer Dicke von 100 μμ ist die Ölhaut nicht mehr derselbe Körper wie bei größerer, zoëtischer Dicke. Es lassen sich z. B. keine Zwischenstufen von 100 zu 20 μμ erzeugen, sondern sprunghaft zerteilt sich das Öl bei weiterem Verdünnen auf 20 μμ. Es liegt also zwischen den beiden Maßen so etwas wie eine Quantengrenze. Bei 0,3 μμ löst

lich das Öl in zusammenhängende Körnchen auf, die sich nicht mehr ausbreiten.

Handgreiflich ist dadurch der Begriff der *Integrationseigenschaft* demonstriert: die Seinsstufe von 0,3 μμ hat andere Eigenschaften als die der Tropfen von 3 000 000 μμ oder 3 Millimeter Durchmesser.

Sind aber mit dieser Verteilung der Materie schon Moleküle erzeugt? Hierüber versuchte man sich auf anderen Wegen Sicherheit zu verschaffen. Man stellte Seifenschaumlamellen her, aus deren bekannten Regenbogenfarben, die auf *Interferenz* beruhen, man Rückschlüsse auf ihre Dicke ziehen konnte und fand dabei, daß er noch Häute von 10 μμ Dicke gibt. Man verwandelte Wasser in immer dünnere Lamellen und zeigte dadurch, daß es noch bis 0,1 μμ seinen Zusammenhang behält; erst darunter löst sich die Verbindung der Wasserteilchen endgültig. Und so konnte man endlich aus vielen Versuchen wohlbegründet den Satz ableiten, *daß alle Materie aus Körnern aufgebaut sei.* Man nennt diese kleinsten Körner *Moleküle* und hat nun für ihre Definition die Bestimmung, daß *Moleküle jene Größenstufe der Materie seien, bei der sie andere Eigenschaften aufweist als in der zoëtischen Stufe.*

Der Begriff der Integrationseigenschaften bestimmt also den des Moleküls. Und genau dasselbe wiederholt sich in den noch niedereren Stufen des Atoms, bzw. des Elektronensystems, der Elektronen, bzw. des Quantums. *Immer sind die physikalischen Eigenschaften der Komponenten einer Integrationsstufe andere als die der aus ihrer Vereinigung gebildeten nächsthöheren Stufe.* Neben diesem für das Verständnis der Weltgesetze unentbehrlichen Satz steht auch ebenso fest der andere, daß *Moleküle Realitäten* sind. Man könnte sie in unserem Sinn definieren als *die Materie in einer niedrigeren Integration.*

Sind nun die sinnlich wahrnehmbaren Dinge gewissermaßen die Gebäude und die Moleküle die Bausteine, so wird man zu einem Verständnis der Bauregeln nur dann kommen, wenn man nicht nur die Struktur, also die Art der Zusammensetzung des Gebäudes studiert, sondern auch die Beschaffenheit der Bausteine selbst. Hierüber wissen wir eigentlich nur etwas von dem *Molekulargewicht,* das zuerst aus unmittelbarem Wägen gleicher Volumina von Gasen unter gleichen Bedingungen gewonnen wurde. *Avogadro* hatte angenommen, daß in den gleichen Volumina der Gase die Zahl der Moleküle gleich sei, und man hatte bei der Anwendung dieses Satzes keine Folgen gefunden, die mit den Naturtatsachen nicht vereinbar gewesen wären.[24]) Auf den Molekulargewichten aber baut sich die ganze Atomistik und mit ihr, unter Berücksichtigung der *Avogadro*'schen Hypothese, die Chemie auf.

Diese Anschauung arbeitet freilich mit der Vorstellung, daß in einem Molekül mehrere Atome vereinigt sein können. In einem Molekül des *Hämoglobins,* d. h. der so wichtigen Substanz, welche unsere Blutkörperchen rot färbt, sind der Formel $C_{758}H_{1203}N_{195}O_{218}FeS_3$ entsprechende Atome von

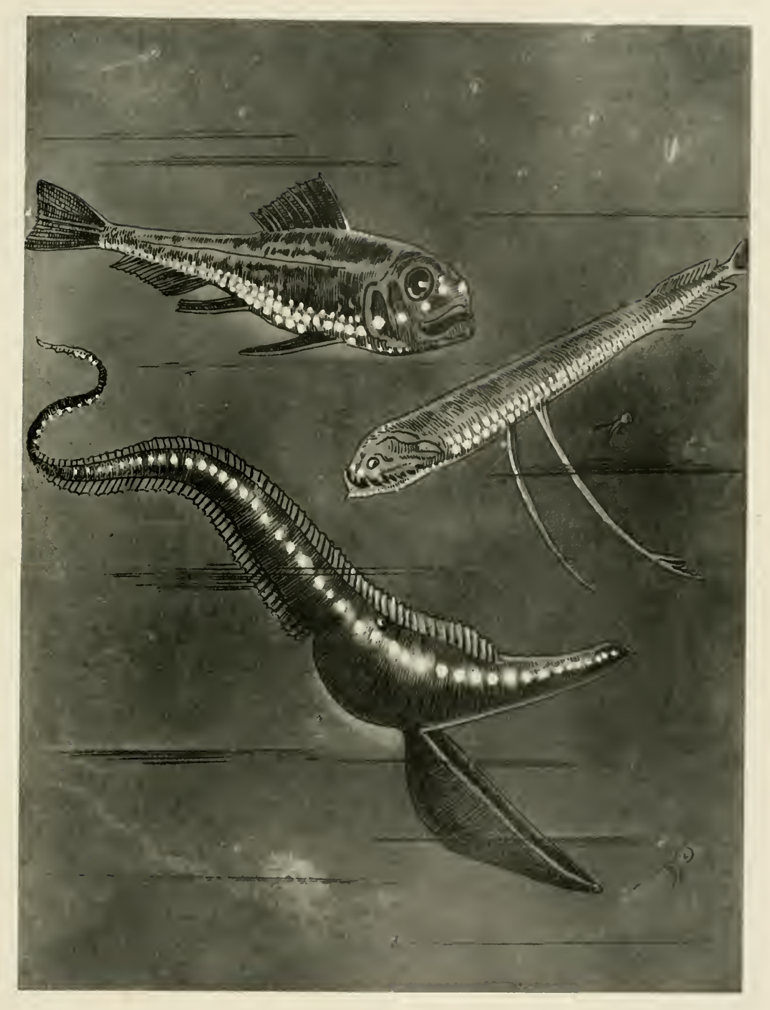


Abb. 28. Leuchtende Tiefseefische, die zu den unveränderlichsten Tierarten gehören, darunter der großmäulige Tiefseeaal (Saccopharynx pelecanoides) vorn unten.
(Nach A. Triddle gezeichnet)



Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Eisen und Schwefel vorhanden. Das läßt es also als möglich erscheinen, daß in der *Art* der Vereinigung der Atome Unterschiede zwischen den Molekülen existieren.

Achtet man erst einmal darauf, so wird man auch bald solche finden. So sind *Bariumsuperoxyd* (BaO_2) und *Bleidioxyd* (PbO_2) ganz analog zusammengesetzt. Trotzdem reagieren sie auf gleiche Behandlung ganz verschieden. Bringt man sie mit Säuren zusammen, so bildet sich aus jenem Wasserstoffperoxyd, aus diesem aber Wasser und Sauerstoff. Auch gibt es Verbindungen von gleichem Molekulargewicht, die auch in den Elementen und der Zahl der Einheiten im Molekül vollständig übereinstimmen, dennoch aber in jeder Weise voneinander verschieden sind *(Isomerie)*.[25])

Diese Erfahrungen sind der Beweis dafür, daß die gegenseitige Anordnung der Atome im Molekül, also mit anderen Worten die *Struktur der Moleküle verschieden ist*, daß sie innere Baupläne besitzen, deren Stileigentümlichkeiten noch keineswegs klar sind.

Über ihre anderen Eigenschaften ist viel mehr Wissen vorhanden. Überhaupt lichtet sich das Dunkel, das die elementaren Formen des Seins umhüllt, in der Welt der Moleküle schon merklich; die ersten *Gestalten* tauchen aus den Nebeln der Abstraktion auf, und damit beginnt auch der Zauber des Schönen zu spielen. Da alle chemisch einheitlichen Körper imstande sind, zu kristallisieren, und diese Kristallformen dem ganz bestimmten Gesetze unterworfen sind, daß in ihnen niemals eine gewisse Zahl von Symmetrieachsen wiederkehrt, kann man sich von ihrer feineren Struktur kein anderes Bild machen, als daß sie aus Elementarteilen von gleicher Gestalt aufgebaut sind. Denn nur dadurch, daß jeder Teil auf die ihn umgebenden ganz einheitlich wirkt, lassen sich die Erscheinungen der vorhandenen Kristallformen erklären. Oder mit anderen Worten: die Gestaltungen der in der Natur vorkommenden und künstlich erzeugbaren Kristalle sind nur unter der Voraussetzung zu verstehen, daß sie aus lauter physikalisch miteinander identischen, der Kristallform entsprechenden Teilen elementarster Art, nämlich aus bestimmten Ebenen voll Molekülen aufgebaut sind.

In Flüssigkeiten und Gasen besitzen die Moleküle sicher die Form, welche nach allen Richtungen hin das vollkommene Kräftegleichmaß entfalten kann, sie haben nämlich Kugelgestalt. Ihre Größe schätzten die verschiedenen Forscher, die sich mit der Zerteilung der Materie abgegeben haben, allerdings sehr verschieden ein, wobei keine Klarheit zu erlangen ist, ob dies eine Folge der Arbeitsmethode oder eine Gesetzlichkeit der Natur war. *Lord Kelvin*, der die geistvollen Versuche mit Ölhäuten machte, nimmt 1—0,1 μμ an. *Röntgen*, der auch auf diesem Gebiete tätig war, denkt an 0,5 μμ, andere Forscher kaum an die Hälfte. Jedenfalls sieht man daraus das eine, daß sich die Leistungsfähigkeit der gebräuchlichen Mikroskope vertausendfachen müßte, bevor man in die Wunder der Molekularwelt hineinsehen könnte. Dann freilich wäre es wohl ein Leichtes, festzustellen, warum das Gewicht der Moleküle

mit der Temperatur bald abnimmt, wie bei den meisten Elementen (z. B. hat Phosphor bei 313° das Gewicht von 112,8, bei 1700° dagegen nur 9,12), bald aber unveränderlich bleibt wie beim Sauerstoff, der immer 32 behält, ob man ihn nun bei 182,5° unter Null sieden läßt oder ihn auf 1700° erhitzt. Dann würde auch Licht fallen auf die Grundannahme der Molekulartheorie, die von *Clausius* geschaffen wurde, daß sich die Moleküle bei Temperatursteigerung rascher bewegen, als sie es an sich tun, und dann z. B. so ungeheuerliche Wirkungen entfalten, wie wir sie durch den Luftdruck von Explosionen erleben.

Diese wunderbare Molekulartheorie, die sich an die drei Namen *Clausius, Maxwell* und *Boltzmann* knüpft, hat auf rechnerischem Wege versucht, das fehlende Mikroskop zu ersetzen, und hat uns in der *Wärmelehre* eine Deutung von alltäglich wahrnehmbaren Naturvorgängen gegeben, die mit zu dem Wunderbarsten der an Wundern tatsächlich nicht eben armen Physik gehört. Sie hat uns den *gasförmigen Zustand der Materie* auffassen gelehrt, als den einer Molekularmenge, deren einzelne Teile sich in steter Bewegung befinden. Unregelmäßig sollen sie nach dieser Theorie durcheinandersausen, häufig zusammenstoßen und dann auseinanderprallen wie getroffene Billardbälle. Sie bewiesen die Bewegung der Gasteilchen durch die Schnelligkeit, mit der sich ein Gas im luftleeren Raum ausbreiten kann. Durch die Stöße an die Wand eines Gefäßes üben sie gemeinsam einen meßbaren *Gasdruck* aus, von dem aus sich rechnerische Analyse treiben läßt. Das war der Weg, auf dem sich entdecken ließ, daß sich die Geschwindigkeit der *Molekularbewegung* genau nach dem Gesetz ändert, in dem auch Temperaturänderungen erfolgen. Namentlich die Tatsache, daß nur die Temperatur den von der Theorie geforderten, sich selbst ausgleichenden Zustand der Materie darstellt, brachte zu der Überzeugung, *daß das, was wir für den Grad der Temperatur halten, nichts als der Grad der inneren Molekularbewegung der Materie sei.*

Unglaubliches, Unerhörtes, in fernste Fernen Tragendes war damit behauptet und rechnerisch nachgewiesen. Man bedenke doch: eine neue Sinnestäuschung der Zoësis war aufgedeckt! Was man für Wärme hält, ist eigentlich eine Summe von Bewegungen. Auch mit der durch die Relativitätserkenntnis geforderten Einschränkung bleibt die Sache unerhört. *Wärme ist ein Integrationsphänomen der Molekularwelt.* Kalte, warme Moleküle gibt es nicht, nur kalte oder warme Körper. In einem Gleichnis gesprochen: man wird gezwungen, etwa zu glauben, daß das rasche Vorbeifliegen einer Schar kleinster Vögel von jemandem als Anzünden eines Kaminfeuers empfunden wird. Aber dieser Glaube deckt sich mit den Gesetzen von *Gay-Lussac* und *Avogadro* und der gesamten Weltordnung.*)

Er zwingt uns, anzunehmen, daß Wärme ein rasender Tanz der Welt des Seienden ist; er zeigt uns, daß es einen Ruhepunkt für sie nur bei — 273° C gibt. Diese Temperatur, die man den *absoluten Nullpunkt* nennt, ist der

*) Unter der Modifikation quantenmäßiger Verteilung.

Ausdruck dafür, daß die Molekularbewegung vollständig zur Ruhe gekommen ist. Aus dem Gesetz vom Gasdruck ließ sich errechnen, daß bei 0° das Stickstoffmolekül mit der Geschwindigkeit von 492 Meter in der Sekunde dahinrast, das Wasserstoffmolekül sogar mit 1844 m/sec. Das ist Geschoßgeschwindigkeit. Und nun versteht man auf einmal, was *Luftdruck* ist und was ihm die kolossale Wucht verleiht: er ist das Trommelfeuer der Moleküle.

Und schließlich war hier auch die rechnerische Möglichkeit gegeben, die unmittelbaren Messungen nachzuprüfen und Größe und Zahl der Moleküle festzustellen. Diese Zahlen verdienen deswegen Beachtung, da die *kinetische Theorie* der Gase, aus der sie stammen, tatsächlich imstande war, sämtliche Eigenschaften der gasförmigen Körper in einem logisch geschlossenen System befriedigend zu erklären.

Die Theorie fordert von dem Verstand nur die Konzession, anzunehmen, daß die Moleküle unter Umständen enger oder weiter auseinander liegen. Ein gasförmiger Zustand der Materie ist gegeben, wenn sie wie ein Mückenschwarm in sonniger Luft auf und nieder tanzen. Wenn sie aber nahe beisammenstehen, so daß das einzelne nur noch kleine, schwingende oder kreisende Bewegungen ausführen kann, dann erscheint ihre Gesamtmasse als Flüssigkeit, von der man mit einem zwar nicht gerade anmutigen, aber höchst anschaulichen Bilde gesagt hat, daß in ihr die Moleküle durcheinanderkriechen wie Regenwürmer. Es wird sich hierbei des öfteren ereignen müssen, daß ein Molekül sich aus seinem Gesellschaftsverband löst und zu anderen Gruppen hinüberschlüpft, ebenso oft, daß Moleküle aus ihrem Verband in den freien Raum über der Flüssigkeit hinausfliegen. Man spricht dann von *Dämpfen* und *Verdunstung* und hat sofort den Schlüssel der Erklärung zur Hand, warum durch Wärme, nämlich beschleunigte Molekularbewegung, eine Flüssigkeit sich in Dämpfe auflöst, sogar ein fester Körper (Eisen) glutflüssig werden kann. Bei dem gewöhnlichen Bewegungsmodus (= Normaltemperatur) sind feste Körper eine Anhäufung von Molekülen, die so nahe zusammenstehen, daß jedes von ihnen nur mehr kleine Schwingungen um eine Mittellage ausführen kann. Immerhin kriechen auch noch sie durcheinander, denn man hat z. B. an vergoldeten Metallgegenständen bemerkt, daß nach langer Zeit einzelne Goldteilchen von der Oberfläche tief ins Innere eingedrungen sind.

Es hat also jedes Molekül in jedem Bewegungsgrad einen gewissen Raum zu seiner Verfügung, in den Gasen sogar eine gewisse mittlere Weglänge (die z. B. für Wasserstoff auf 178 $\mu\mu$ berechnet wurde), aus der man, wenn man dazu die Dichtigkeit des Gases kennt, den Radius der Moleküle leicht bestimmen kann. So fand man ihn für Wasser und Luft 0,4 $\mu\mu$, für Sauerstoff 0,2 $\mu\mu$, für Kohlensäure nur 0,15 $\mu\mu$. Wie man sieht, stimmen diese Zahlen mit den von *Lord Kelvin, Röntgen* u. a. direkt festgestellten überein. Und so mag es uns auch gewiß sein, daß man wenigstens in gewöhnlichem Licht niemals ein Molekül wird erblicken können.

8*

Dagegen hat der Scharfsinn eines französischen Kopfes darauf aufmerksam gemacht, daß man sehr wohl die Molekularbewegung selbst im Mikroskop beobachten kann. Und das ist ein Vergnügen, das sich jedermann, der über ein Vergrößerungsglas verfügt, leicht verschaffen mag.

Man braucht nur einen Tropfen recht fein verteilten Schlamms bei etwa 600 bis 800facher Vergrößerung zu betrachten, nachdem sich alle Strömungen im Präparat beruhigt haben. Dann erwacht ein geheimes Leben in all den vielen hundert feinsten toten Körnchen und Stäubchen, die im Wasser schwimmen. Unruhig zuckend tanzen sie hin und her, und auf einmal drängt sich zwingend der Eindruck auf, jedes dieser Körnchen sei wie ein Ball unter den Tritten unsichtbarer winziger Fußballspieler (Abb. 30).

Schon längst kannte man diese zitternde Unruhe kleinster Körnchen in Flüssigkeiten, die nach ihrem Entdecker *Brown*'sche *Bewegung* hieß; aber erst *J. Perrin* machte darauf aufmerksam, daß sie nichts anderes sei, als der Ausdruck der Molekularstöße der Wasserteilchen. Die Moleküle des Wassers spielen mit den Körnchen Fangball; die Bewegungen sind das vergröberte Abbild der Bewegungen eines Moleküls. Und indem man sie nun genau erforschte, fand man in ihnen wirklich alle Gesetzmäßigkeiten, welche die kinetische Gastheorie gefordert hat, und kam so durch unmittelbare Beobachtung zu ihrer Bestätigung. Auf diese Art ließ sich auch wieder der Radius der Moleküle selbst feststellen. Seitdem kann man mit Sicherheit sagen, daß er durchschnittlich um 0,1 μμ schwankt, und daß der Abstand der Moleküle in Gasen voneinander etwa 12—20mal größer als der Durchmesser der Teilchen selbst ist. Kennt man aber Radius und Weglänge der Moleküle, so ist es eine Kleinigkeit, auch das Volumen und nach ihm die Zahl der Teilchen in einem gegebenen Raum festzustellen. Das wird durch die *Loschmidt*'sche *Zahl* angegeben; sie beträgt z. B. für Gase in einem Kubikzentimeter 21 Trillionen.

Das alles ist unanschaulich und übersteigt die Zoësis ins Maßlose. Daher muß ich diese Zahlen durch Vergleiche faßlich machen. Ein Wassermolekül steht in seiner Größe zu einem kleinen Apfel in demselben Verhältnis, wie dieser zu der Erdkugel. Hieraus mag man die Feinheit der Ölhäuteversuche ermessen, da es sich doch gezeigt hat, daß die 0,3—0,4 μμ dicke Schicht, bei der noch eine zusammenhängende Decke vorhanden ist, gerade nur durch eine einzige Lage von Molekülen gebildet sein kann. Das läßt immerhin hoffen, sie in solchen dünnen Schichten zu Gesicht zu bekommen. Wenn auch das gewöhnliche Mikroskop dabei versagt, da die besten, welche die unbestritten als erste anerkannte Firma Zeiß, Jena, baut, nur Teilchen von 0,2 μ erkennen lassen, so hat man doch Hoffnungen auf das *Ultramikroskop* gesetzt, das Beugungsbilder kleinster, scharf beleuchteter Teilchen, also Schattenbilder entwirft (vgl. Abb. 40), die z. B. bei kolloidal zerteiltem Gold 100 bis 150 μμ große Goldteilchen prachtvoll unterscheiden lassen, das sogar noch grüne Goldteilchen von 20—25 μμ Durchmesser klar macht, dann aber auch die Grenze seiner Leistungsfähigkeit erreicht hat.[26])

Es wäre immerhin vielleicht möglich, daß bei fluoreszierenden Körpern das Ultramikroskop manchmal einzelne Moleküle aufblitzen läßt. Im allgemeinen aber muß man sich dabei endgültig bescheiden, daß auch im Himmel des kleinsten Raumes wie am Firmament der größten Weiten die letzten Einblicke für immer dem menschlichen Auge verschlossen sind.

Die seltsame Welt, an deren Pforten wir da sehnsüchtigen Auges harren, ohne in sie eintreten zu können, stellt den Menschen vor die gleiche Aufgabe, die er hatte, als er die Lebenserscheinungen deuten mußte, ohne jemals eine Zelle als den Lebensträger gesehen zu haben. Gewiß erblicken wir mit jedem Augenaufschlag Moleküle, aber stets im Trillionenverband als Massenphänomen, gemeinsam exerzierend wie eine Armee, aus großer Ferne gesehen. Aus dieser Perspektive lassen sich freilich, wie wir gesehen haben, reichlich Rückschlüsse wagen, und das mag uns doch mit gutem Mute erfüllen; wenn auch das Einzelne unserem Auge verborgen bleibt, so ist doch das *Gesetz* sichtbar, das aus seinem Zusammenwirken mit der Schar seiner Genossen entstand und die zauberhafte Welt der Materie regelt, die uns allenthalben umgibt.

Nach alter Meinung ist in ihr der Stoff in den dreierlei Formen enthalten: gasförmig, flüssig und fest, die man als *Aggregatzustände* bezeichnet hat. Diese Einteilung ist aber allmählich überholt und zunächst durch die Feststellung ersetzt worden, daß es, stets abhängig von Temperatur und Druck, eigentlich nur einen *amorphen* und einen *kristallinischen Zustand* gibt. Der amorphe faßt den gasförmigen, flüssigen und glasförmigen Zustand zusammen, für den gemeinsame molekulare Gesetze gelten, während kristallinisch alles übrige ist, so wenig man ihm den Kristallzustand auch von außen ohne weiteres anzusehen vermag.

Für den ersten Teil des Satzes bedarf es keiner besonderen Belege, sondern nur des Rückerinnerns an das, was wir von den Gesetzen des *Erdinneren* wissen. Je stärker der Druck, desto differenter ist der Zustand der Materie von dem allgemein bekannten. Auch daß durch Hitze Metalle und Glas in Flüssigkeiten verwandelt, Wasser und andere tropfbare Dinge aber durch Kälte steinhart werden, gehört noch zu dem Weltbild des Alltags.

Dagegen braucht der Begriff des Amorphen einige Erläuterung im Sinne tiefer dringenden Wissens. Von altersher hat man gewisse Mineralien, wie den *Opal*, den *Bernstein* oder *Obsidian* in Gegensatz zu den kristallinischen Körpern dadurch gestellt, daß man annahm, sie besäßen keine regelmäßige Anordnung der kleinsten Teile wie jene. Und zu den Schulversuchen gehörte es seit der Alchimistenzeit, daß kristallinischer Schwefel, den man auf 240° C erhitzt und dann rasch abkühlt, sich in ein ganz neues Gebilde umformt, das nicht einmal körnig oder faserig, sondern absolut klotzig, strukturlos, eben amorph wird. Mit dem Aufkommen der Molekularbegriffe legte man sich das so zurecht, daß durch das rasche Abkühlen die Moleküle gar keine Zeit gefunden haben, sich nach den Gesetzen einer

regelmäßigen Struktur zu lagern. Später hat sich, namentlich nach dem Vorbild von *W. Ostwald* und *G. Tamann*, die Gepflogenheit eingeführt, solche amorphe Körper als *„feste Flüssigkeiten"* aufzufassen, bis *O. Lehmann*, der berühmte Entdecker der flüssigen Kristalle, lehrte, die amorphen Körper als ein Gemisch von flüssigen *und* festen Kristallen anzusehen, und den Ausdruck feste Körper nur für die kristallisierten Dinge behielt. Damit bekommt man zum erstenmal auf diesem Gebiet festen Boden unter die Füße. Jedenfalls ist also der kristallinische Zustand der Körper wirklich scharf unterschieden von den anderen Möglichkeiten des Seins.

Wenn im Sinne der Molekularanschauung der gasförmige Zustand durch wildes Umherfliegen, der flüssige durch Durcheinanderkriechen und der amorphe, feste durch relative Starrheit der Moleküle gegeben sein soll, so läßt sich *der kristallinische dadurch kennzeichnen, daß in ihm die Moleküle bestimmten richtenden Kräften unterworfen sind!*

Abkühlen, d. h. Verminderung der kinetischen Energie schafft aus Flüssigkeiten feste Körper. Das ist eine Erfahrung, die uns an jedem Wintertag stets aufs neue in die Sinne geprägt wird. Aber zugleich zeigen sich dann in allen fest gewordenen Flüssigkeiten, in allen fest gewordenen Körpern überhaupt, Differenzen der Kohäsion je nach den Richtungen. In gewissen Linien überwiegt die zusammenhaltende Kraft der Moleküle ganz ansehnlich, so daß sich ein gewisses Skelett von Druck- und Zuglinien herausfinden läßt, das dem ganzen Gebilde Form und Funktion bestimmt.

Molethynen oder molekulare Richtkräfte nannte man diese Eigenschaft, die von der *Clausius*'schen Molekulartheorie zwar nicht erklärt, aber auch in keiner Weise abgeleugnet werden kann. Man hätte sie als Besonderheit des kristallinischen Zustandes bezeichnet, wäre es *Lehmann* nicht gelungen, sie auch in Flüssigkeiten nachzuweisen. Allerdings drehte er den Spieß um und rechnete auch die Arten von Flüssigkeiten, in denen sich diese Gestaltungskraft meldet, zu den Kristallen. Auf diese Weise geriet er auf den Begriff der *flüssigen Kristalle*. (Vgl. Abb. 39).

Mit einem Schlag eröffnete sich da der Einblick in eine neue Gesetzlichkeit der Welt, die der Integrationsstufe der aus Molekülen zusammengesetzten Körper eignet und in einheitlichem Zusammenhang erst jetzt beginnt, einige Beachtung zu finden.

Am besten bekannt ist sie in der Welt der Kristalle. Dort heißen die Molethynen von altersher *Symmetrieachsen*, die in sechs Varianten zusammen 32 Klassen von Kristallformen zu unterscheiden gestatten. (Abb. 29.) Es ist erstaunlich oder von einem höheren Standpunkt aus sehr begreiflich, daß bei der Bildung von Kristallen zuerst deren „technisches Skelett" vorhanden ist. Entlang den Symmetrieachsen lagern sich Moleküle in der Art, wie man das an den *Schneeflocken* in jedem Winter bewundern kann. (Vgl. Abb. 31.)

Der Schneekristall ist ein wunderbares Kunstwerk natürlicher Technik

(Biotechnik), kristallisiertes Wasser im Anfangsstadium seiner Bildung. So wie er oder wie Eisblumen oder Salzbildungen (Abb. 33 u. 32) sehen alle Kristalle im Beginn ihres Aufbaues aus, jeweils entsprechend den Molethynen des Systems ihrer Substanz. Erst allmählich setzen sich an die Hauptachsen Nebenzweige, Verspannungen an, bis schließlich alle Zwischenräume so weit ausgefüllt werden, daß die vollkommene Verwirklichung der jeweiligen Systemform entsteht. (Vgl. Abb. 29.)

Das Vollkommenste der Symmetriesysteme heißt das *reguläre* (Abb. 29 Fig. B), zu dem der Würfel, die allbekannte Kristallform des *Kochsalzes*. oder das Oktaëder, die Form des *Alauns*, auch die Kristallformen das *Diamanten* (eigentlich Adamant) und der *edlen Metalle (Gold, Silber, Platin)* mit ihren entsprechenden Kombinationen gehört.

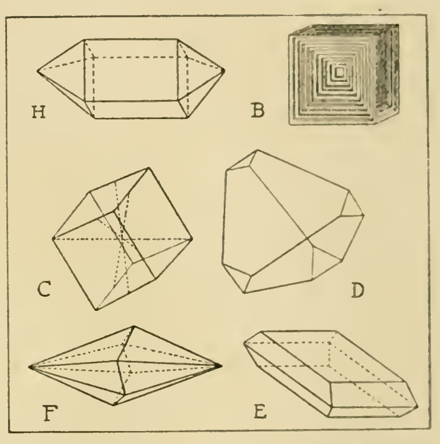


Abb. 29. Kristallformen: A Tetragonales Prisma mit Pyramide (quadratisches System). B Treppenförmige Absätze in einem Würfel (reguläres System). C Rhomboëder (hexagonales System). D Tetraëder mit Tetraëder (reguläres System). E Gipskristalle im monosymmetrischen System. F Kalzit in Form des Skalenoëders (hexag. Syst.).

In diesem System lassen sich durch den Kristall dreimal drei Symmetrieebenen legen, so daß sie der Kugel, der vollendetsten Gestalt und dem Symbol höchster Harmonie, am nächsten stehen. Jede Fläche ist hier der *anderen gleichwertig*, was bei keinem anderen System wiederkehrt.

Alle übrigen Kristallsysteme haben weniger Symmetrieebenen und verwirklichen keinen so vollkommenen Zustand der Materie. Warum das so ist, weiß man nicht; es gibt für das Verständnis nur den einen Fingerzeig, *daß auch die Kristallformen, wie die Aggregatzustände überhaupt, Temperaturwesen sind!*

Das ist eine der wunderlichsten Einsichten in das geheime Leben der Materie. Von *Frankenheims* Untersuchungen ausgehend, hat man nachgewiesen, daß die chemischen Stoffe nicht für immer *eine* Gestalt haben, sondern je nach dem Bewegungszustand ihrer Moleküle, populär gesprochen, also je nach der Temperatur ihrer Umwelt, die sich ihnen mitteilt, mehrere Möglichkeiten der Singulation. Sobald eine bestimmte Temperatur überschritten wird, wird auch sofort die jeweilige Temperaturform zerstöt, und eine neue tritt auf. So hat, um nur ein Beispiel zu nennen, *Ammoniumnitrat*

fünf feste Gestalten, die fast alle Kristallsysteme durchlaufen. Das reguläre stellt sich ein zwischen 161—125°, das tetragonale zwischen 125—83°, das monokline zwischen 83—32°, das rhombische zwischen 32 und —16° und nochmals ein tetragonales von da ab bis zum absoluten Nullpunkt.[27]) Von hier aus wird wohl der Zugang eröffnet werden, um in die heute noch ganz rätselvolle Welt der molekularen Richtkräfte eindringen zu können, wobei als anspornender Anblick die Tatsache wirkt, daß auch anderes, was ein

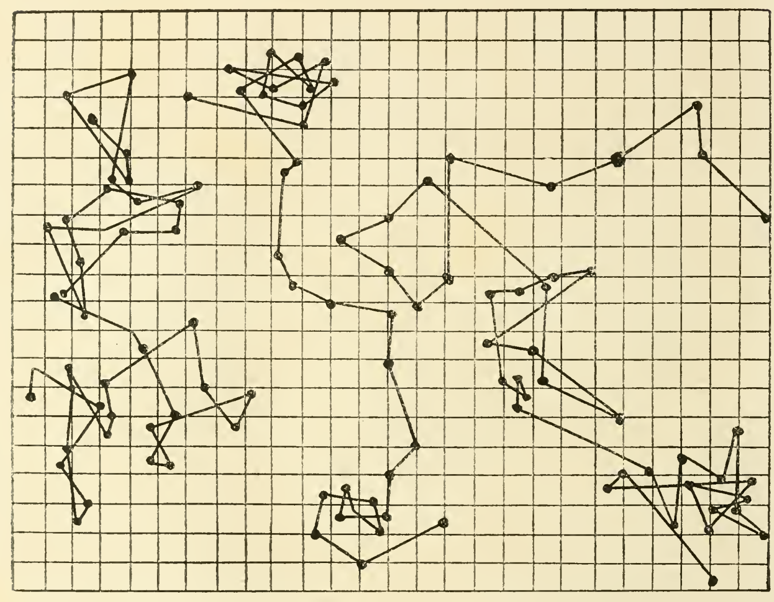


Abb. 30. Der Weg eines in Brown'scher Molekularbewegung befindlichen Körnchens

Sein hat, von der molekularen Bewegungsart abhängig ist. *Auch die Plasmawesen, die Lebensformen und mithin auch der Mensch sind Temperaturformen, deren Existenz an die Grenztemperaturen 0—62° gebunden ist.*

Es will dünken, als ob es nach dieser Einsicht nicht allzu schwer sein dürfte, die einzelnen Kristallsysteme, oder richtiger gesagt, die Gesetze der Molethynen mit den Modifikationen der molekularen Bewegung in Gesetzeszusammenhang zu bringen. Fast zwingend drängt sich wenigstens der Gedanke zu, daß es nur der größten Beweglichkeit gelingen kann, die vollkommenste aller Formen zu erreichen, wobei die Tatsache, daß die allen

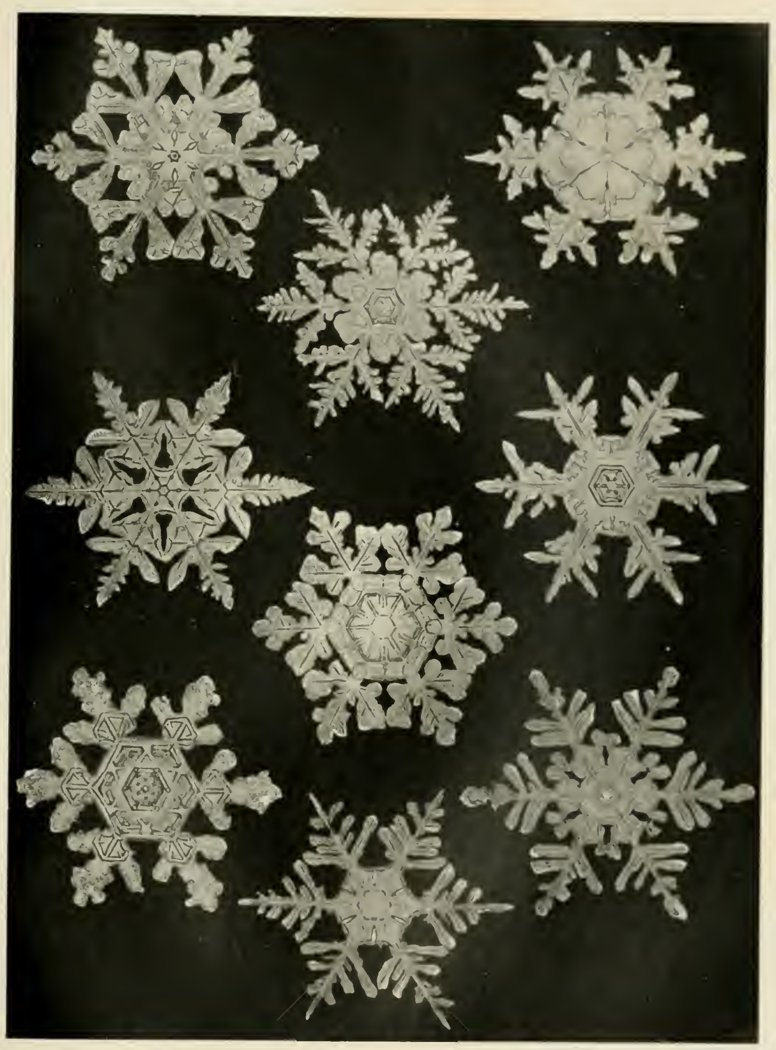


Abb. 31. Kristallskelette. Formen der Schneeflocken
(Schwach vergrößert)

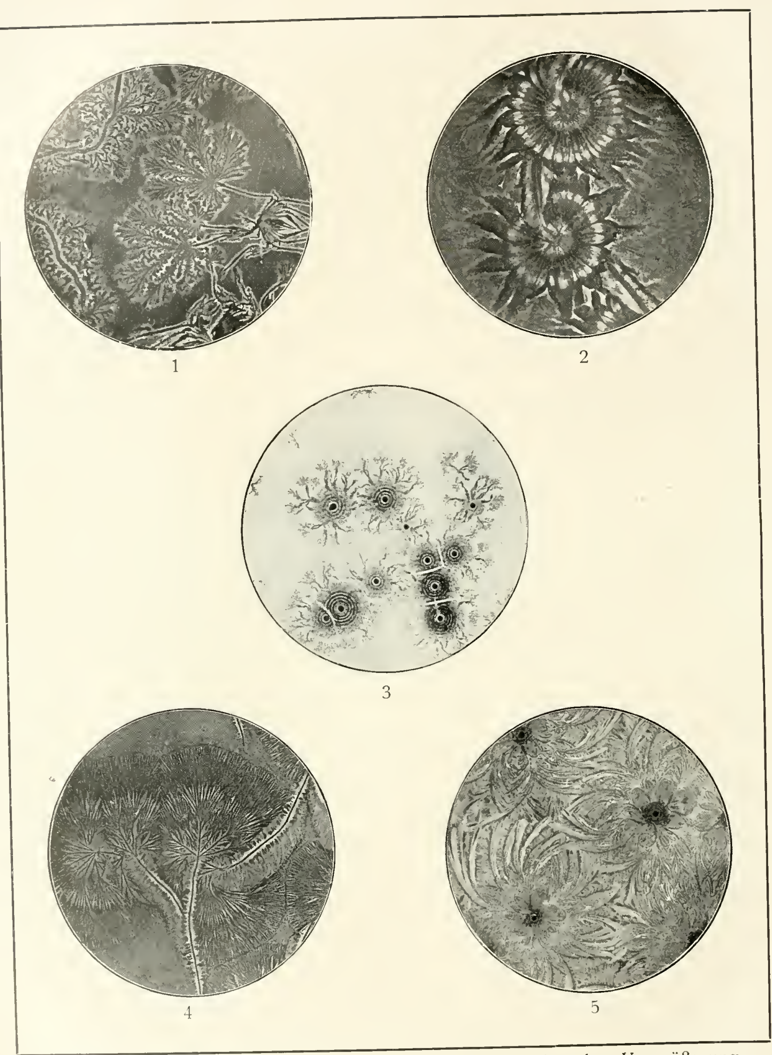


Abb. 32a. Mikrokristallinische Formen von Salzen bei schwacher Vergrößerung
Man beachte besonders die pflanzenblatt- (1, 4) und blütenähnliche (2, 5) Gestaltung, sowie die Kernbildungen (3, 5)
(Original)

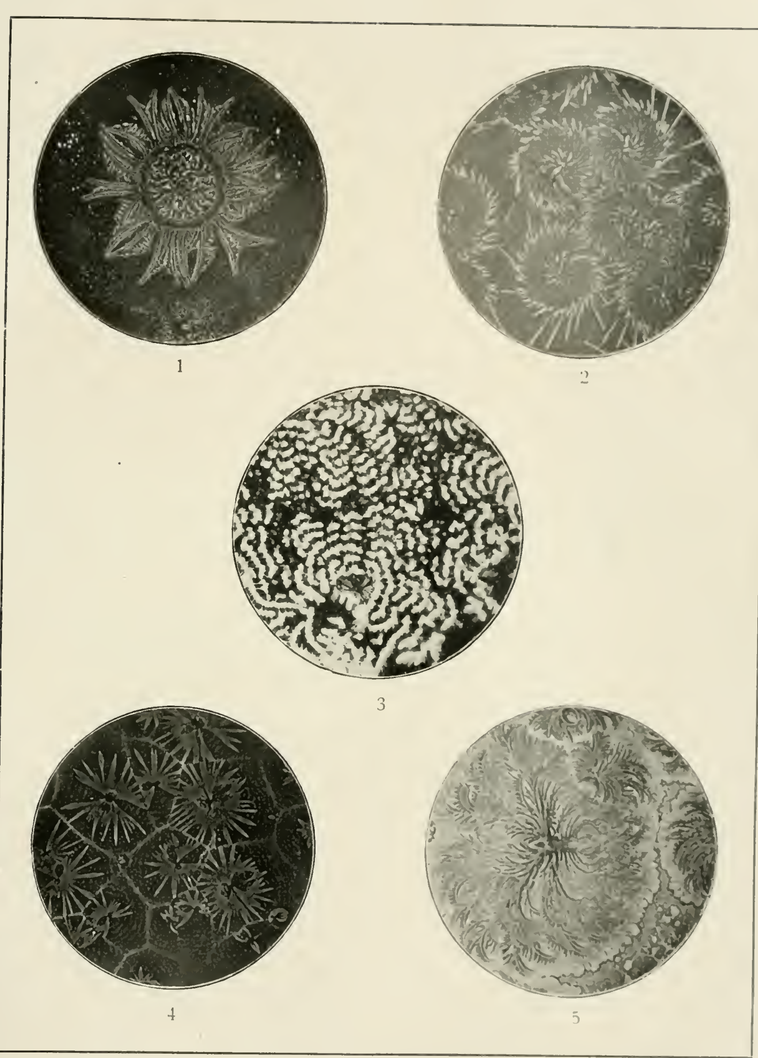


Abb. 32b. Kristallaggregate von Salzen bei schwacher Vergrößerung
Sie erinnern teilweise an künstliche Zellen (1, 4), teils halten sie ein Abbild von Strömungs- und Diffusions-vorgängen fest (2, 5). (Original)

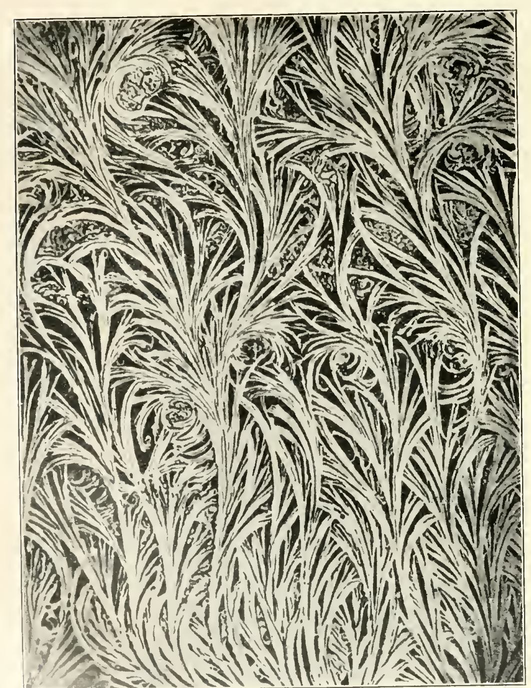


Abb. 33. Eisblumen, ein Kristallaggregat, das im Reich der Metalle, Salze und sonstigen festen, unorganischen Körper zahllose Male wiederkehrt.



Abb. 34. Skelette von Salmiakkristallen. Erster Ansatz von Mikrolithen (Schwach vergrößert. Original)

Flüssigkeiten zukommende organische Form, nämlich der *kugelige Tropfen*, nur durch die ihnen eignende absolute Beweglichkeit der Moleküle erreichbar ist, eine treffliche Stütze abgibt.

Von da aus versteht man dann auch sehr wohl, warum die „beschränkteren Bewegungsformen", wie man die niedrigeren Temperaturen entsprechenden Kristallsysteme nennen könnte, ein Stufensystem absteigender Vollkommenheit bilden. Schon das *hexagonale Kristallsystem* hat statt neun Symmetrieebenen nur mehr sieben, und deren Zahl sinkt durch das *quadratische (5), rhombische (3)*, einfach symmetrische oder *monokline (1)* bis zum völligen Mangel an Symmetrie herab, den man bei dem *triklinen System* findet, das deswegen noch besser das unsymmetrische genannt ist, wofür dass kristallisierte *Kupfervitriol* ein allgemein bekanntes Beispiel abgibt. (Vgl. Abb. 29.)

Man darf sich bei dieser Betrachtung nicht irreführen lassen durch die Halbformen nach Art des *Tetraëders* (Abb. 29 D), das nur von vier gleichseitigen Dreiecken begrenzt ist, im ersten Augenblick daher einen absolut unregelmäßigen Eindruck macht; die drei Hauptsymmetrieebenen des regulären Systems sind trotz des Ausfallens so vieler Flächen erhalten geblieben. Die ungeheure Mannigfaltigkeit der Kristallgeometrie ist jedem von uns noch in abschreckender Erinnerung durch die absolut sinnlose Art, wie sie als bloße Aufzählung von Formen mineralischen Seins gelehrt wurde, ohne daß man jemals etwas von dem Zusammenhang dieser Formen mit den Weltgesetzen erfahren hätte. Wie anders kann *Kristallographie*, die auch jetzt noch in allen Werken volkstümlicherer Art ein Schreckenskapitel zum Überschlagen ist, für das Leben fruchtbar gemacht werden, wenn man von vornherein erfahren würde, daß sich in den Kristallen eine Vorstufe des Lebendigen auswirkt, eine *Probiose*, die durch die geheimnisvolle molekulare Richtkraft das Lebendig-Sinnvolle tief verankert in der eisig mathematischen Welt starrer Seinsgesetze.

Wie anders wirkt es doch, wenn man erfährt, daß schon bei der Entstehung eines Kristalles aus einer übersättigten Lösung die Diffusionsströme, welche die ersten Moleküle zusammenlagern (deren erste sichtbare Manifestation der Kristallotiker *Globulite* nennt), von einer Notwendigkeit gelenkt werden, die gleichsam das statische Schema des späteren Gebäudes mit der Treffsicherheit eines Technikers entwirft! (Vgl. Abb. 34.) Es wird dadurch ein tragfestes und haltbares Skelett ausgeführt, einfacher oder komplizierter, in dem Maße, in dem die Beweglichkeit der Moleküle es gestattet. Davon allein hängt die jeweilige Erscheinungsform der kristallisierten Materie ab. Die geometrische Form ist gewissermaßen das Kleid, das die Weltgesetze jeweils der Materie anzulegen gestatten. Von den Störungen dieses Prozesses ist es bedingt, ob sich die Halbformen der *Tetraëder*, der Keile *(Sphenoide)*, der *Rhomboëder*, ausbilden, ob *Zwillinge* entstehen, die in der Kristallwelt so häufig sind, ob sich Flächen trichterförmig vertiefen, sich

rillen, ob Verwachsungen und Kombinationen erfolgen oder alles so zusammengeschüttelt wird, daß nur jenes *kristallinische Gefüge* (vgl. Abb. 33) entsteht, das für die Metalle, überhaupt alle festen Körper, soweit sie nicht amorph sind, kennzeichnend ist. Denn, wenn auch alltägliche Bildung nichts davon weiß, *so ist doch fast die ganze Masse der Erde kristallinisch,* ja es besteht sogar die gerechtfertigte Vermutung, daß die *Erde als Himmelskörper* selbst, so wie der *Mond* und die *Planeten,* eine ungeheure Kristallform sei. Jedenfalls bestehen auch die *Meteoriten* (vgl. Abb. 22) aus Kristallen, so daß diejenigen, die noch daran gezweifelt hätten, daß diese Gesetze kosmisch sind, sich dadurch überzeugen lassen können. Alle Eisenkonstruktionen haben kristallinisches Gefüge, was sich durch das Glitzern der Bruchflächen an Gußeisen auch dem Unkundigen verrät. Backsteine, Mörtel, Geschirr, Salz, Zucker, Gesteine aller Art, kurz alles, soweit es nicht organisch ist, erscheint in kristallinischen Formen, und so ist das Reich der Kristalle nicht nur das größte auf Erden, sondern seine Probleme sind auch die tiefsten im ganzen Reiche des Seins.

Denn es ist das tiefste Problem unseres ganzen Erlebens, *daß die molekulare Anordnung logischen Gesetzen folgt!* Das steckt doch hinter den Molethynen, hinter den drei großen Hauptgesetzen der Kristallbildung, die man als das *Winkel-,* das *Zonengesetz* und als das *Gesetz der Symmetrieebenen* unterscheidet, letzten Endes also hinter den grundlegenden Eigenschaften der Moleküle und der sie bedingenden Atomwelt!

Wenn insgesamt nur 230 Kristallformen möglich sind, wie die Kristallgeometrie ausgerechnet hat, und nur 6 Kristallsysteme, wenn nicht alle denkbaren Flächen und Winkel und nicht jeweils andere, sondern starr und unveränderlich unter allen Umständen nur die gleichen entstehen (dies ist die Aussage des Gesetzes von der Konstanz der Kantenwinkel und jenes der rationalen Achsenschnitte), die rationell sind und wieder das Gesetz der multiplen Proportionen und der Quanten wenigstens in großen Zügen wiederholen, dann hat sich doch im Kristall Ratio, das heißt Logik ausgesprochen, und ein Weltgedanke ist in der Materie in Erscheinung getreten. *Die Kristalle sind die verkörperte technische Zweckmäßigkeit!* Man könnte das Problem optimaler Raumerfüllung technisch nicht mehr zweckmäßiger lösen. Hat man das erkannt, dann ist es nicht mehr verwunderlich, wenn das gleiche Gesetz auch in allen Integrationsstufen über den Kristallen wiederkehrt und sich zunächst in den organischen Bildungen wiederfindet.

E. Häckel hat in seinem Werke über die „Kristallseelen" im Jahre 1917 zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß auch die *Radiolarien,* diese durch ihren wundervollen Formenreichtum berühmt gewordenen einzelligen Wurzelfüßler der Hochsee, den sechs Kristallsystemen entsprechende sechs Formengruppen besitzen (vgl. Abb. 38), in denen sich in den plasmatischen Skelettbildungen, die im Fall der Radiolarien aus dem gipsverwandten *Coelestin* oder aus *Kieselsäure* bestehen, ebenfalls Richtungskräfte auswir-

ken, deren Analogie mit den molekularen unverkennbar ist, mag man sich auch sonst in seinen Überzeugungen von denen *Häckels* weit entfernen.

Diese Richtungskräfte sind im gesamten Reich des Lebendigen tätig; sie sind es, die vorzugsweise den Gesamttypus der Lebensformen, vor allem die aktinomorphe, also strahlige (radiale) Struktur und Organlagerung der Stachelhäuter *(Echinodermaten)* des Meeres (vgl. Abb. 35), der Hohltiere *(Coelenteraten)* und vieler Pflanzenorgane (man denke nur an die Symmetrie der Blüten) bestimmen; sie sind es auch, auf denen die in neuerer Zeit so viel studierte Erscheinung der *Polarität* beruht.

Die Biologie hat längst gelernt, das Eigenschaftenkleid von Pflanze und Tier auf die Anpassungsfähigkeit des Lebensstoffes zurückzuführen. Daß eine Pflanze große, weitausgebreitete Blätter hat gleich der *Zimmerlinde* oder auch winzige, stachelige Blattreste nach Art des *Stechginsters (Ulex)*, daß die *Säugetiere* bald mit Hilfe von Laufwerkzeugen schnell auf den Steppen sich herumtreiben, bald mit flossenartigen Gliedmaßen nach Art der *Delphine* und *Wale* das Wasser durchschwimmen oder als *Fledermäuse* mit ausgespannten Flughäuten das Dunkel der Dämmerung durcheilen, das alles ist von ihr restlos zurückgeführt auf die Anpassung zur Befriedigung der Lebensbedürfnisse. Nicht beantwortet aber ist die Frage, warum es die *6 Haupttypen des Tierreiches:* die Einzeller, die Hohltiere, die Stachelhäuter, Insekten, Weichtiere, Manteltiere und Wirbeltiere und die großen *Typen des Pflanzenreiches:* Spaltpflanzen, Algen, Pilze, Moose, Farne und Blütenpflanzen gibt, warum ein *Seestern* (Abb. 35) immer strahlig, ein *Insekt* jedoch niemals strahlig, sondern stets zweiseitig symmetrisch gebaut sei! Die achselzuckende Antwort auf solche Frage, es liege eben im *Bauplan* der Lebewesen, läßt sich nun zum erstenmal sinnvoller gestalten. Die Richtungskräfte sind es, die bereits das Anorganische in bestimmte Bahnen zwingen, wobei allerdings die Möglichkeit am Horizont leuchtet, auch die Kristallformen als notwendige Ausgleichsform von Existenzbedingungen zu fassen. Ihr Gebundensein an Temperatur, d. h. an molekulare Bewegungsformen, läßt nur diese Antwort offen. Und wenn auch die Forschung noch nicht so weit ist, es als Gesetz der *objektiven Kristallotik* auf ihre Tafeln zu schreiben, so fühlt sie sich in die Gedankenbahn gedrängt, die Kristallform als die notwendige Seinsform der Materie zu deuten. Das Kraftlinienskelett des jeweiligen Zustandes ist nach dieser Denkungsart nötig, um in diesem Zustand nicht auseinanderzufallen, sondern im Sein beharren zu können. Der Monismus der Formen, der sich dadurch zwischen Kristallmolethynen und Skelettformen der *Radiolarien* ausspricht, ist daher nur der *Ausdruck des gleichen Seinsgesetzes*. So erklärt es sich nicht nur, warum es verschiedene Kristallformen gibt, warum bei gleichem chemischem Bau gebunden an Temperatur und sonstige noch nicht durchschaute Bedingungen eine *Polymorphie der Kristallbildung* da ist, sondern man versteht es auch, warum Kristalle stets mit dem Begriff einer

Substanz in ihrer größten Reinheit identisch sind. Sie sind nämlich die Notwendigkeitsform der Substanz.

Dieser Gedanke beleuchtet sogar die Weltstruktur in noch viel größerer Entfernung. Die Richtungskräfte müssen doch jedem Sein eignen, also nicht auf die Kristalle und Organismen allein beschränkt sein.

Und tatsächlich, wir haben es ja bereits vernommen, daß *O. Lehmann* sie auch schon in Flüssigkeiten festgestellt hat, wodurch sie eigentlich in der gesamten Welt der Materie prinzipiell als vorhanden erkannt sind. Längst wissen wir, daß Flüssigkeiten so wie feste Stoffe in Gasen gelöst werden können; es ist demnach nur eine untergeordnete Aufgabe, die Richtungskräfte und damit die Möglichkeiten kristallotischer Gesetzmäßigkeiten auch in Gasen aufzufinden. Aber überraschender ist die auftauchende Vermutung, sie auch in den geistigen Zusammenhängen der Welt festzustellen.

Kaum gedacht, wird sich auch im Kopfe jedes meiner Leser sofort die Erkenntnis einstellen, daß die offenkundige *Polarität unserer Begriffswelt* (gut-böse, Ormuzd-Ahriman in all den tausend Verkleidungen des Denkens im Sinn *Hegel*'scher These und Antithese) das gleiche Gesetz widerspiegelt. Und aus diesem Spiegel blickt uns wohlbekannt und immer wieder vergessen, das zentrale Gesetz der Erkenntnis: die *Biozentrik* an. Wenn wir Polarität und Gliederung überall nach geometrischen Gesetzen in der Welt unseres Erlebens erkennen, dann war es, weil unser Denken diesen Gesetzen unterliegt, sie daher in alles hinausträgt. Die Logik, die wir im Kristall fanden, war in unserem Suchen. Und logisch denken wir, weil schon die Gesetze des Wahrnehmens Logik in sich hegen.

Wieder einmal gingen wir im Kreis eines Monismus, weil wir die Welt sind. Auf diesem Zusammenhang beruht auch das so unbegreiflich scheinende Vermögen der Kristalle zu wachsen. Denn die molekularen Richtungskräfte sind scheinbar unbegrenzt tätig. So oft neue Moleküle des Stoffes in der Lösung herangebracht werden, können sie auch nach dem gültigen Gesetz den alten angelagert werden. Trotzdem hat dieses Wachstum seine Grenzen. Jeder Kristall hat seinen nicht überschreitbaren Umfang und darum auch *Individualität.* Viele sind sogar nur mikroskopisch klein, und selbst die ausgezeichneten Exemplare von *Bergkristall,* welche bekanntlich die größten aller Kristalle sind und manche Sammlung, z. B. die von *Bern* oder *Innsbruck,* in herrlichen Exemplaren schmücken, gehen nicht über die Dimensionen von drei Metern hinaus.

Warum ist ihr Sein ebensowenig unbegrenzt wie das der Organismen? Auf diese Frage kann es nur eine einzige, sehr naheliegende Antwort geben. Weil offenbar das Vermögen der Systemteile — denn dieses Gesetz gilt ja wieder für alle, auch die geistigen Systeme — nicht ausreicht, um einen unbegrenzten Komplex in harmonischer Abhängigekit voneinander zu erhalten; mit anderen Worten, weil zur Harmonie Umgrenzung gehört.

Zur *Regeneration* sind die Kristalle auf Grund ihrer molekularen Rich-



Abb. 35. Seelilien und Seesterne (Echinodermaten) des Meeresgrundes

tungskraft ebenso befähigt wie die Organismen. Ein beliebiges Fragment eines Kristalls heilt wieder zum vollkommenen Kristall aus, wenn man es in eine übersättigte Lösung bringt. Ein besonders hübscher Versuch dieser Art läßt sich mit den farblosen Kalialaunkristallen anstellen, wenn man sie des einen Ecks beraubt und sie dann in eine offenstehende Chromalaunlösung hängt; die fehlende Ecke erscheint alsbald in violetter Farbe aus Chromalaun ergänzt.

Man hat, mit Recht, diese Tatsache als Beweis verwendet, *daß in den Kristallen bereits Kräfte tätig sind, welche auch den Organismus auszeichnen, mit anderen Worten, daß Kristalle „Organismen" sind.* Denn auch der abgebrochene Eidechsenschwanz, die Krebsschere, sogar die Stielaugen der Krebse werden ebensogut regeneriert, wie es gelungen ist, Pflanzenranken, sogar abgeschnittene Blätter zum Ersatz der fehlenden Teile zu veranlassen.

In allen diesen Fällen wird die gestörte Harmonie der Gesamtform wieder hergestellt und merkbar gemacht, daß es sich bei solchem Geschehen nicht so sehr um etwas handelt, das als *Lebenserscheinung der unbelebten Materie* gelten darf, sondern um die Manifestation einer universell gültigen Erscheinung auch im Reiche des Lebens. Denn wenn man aus einer teigartigen Kugel ein Stück ausbricht, wird sich gleichfalls ein Bestreben zeigen, die Lücke im Sinne der Kugelgestalt zu schließen, namentlich, wenn man der Masse Kugelfunktion verleiht (so wie dem Kristall und dem Organismus Wachstumsfunktion eignet), sie nämlich rotieren läßt.

Die Formenbildung tendiert dann immer wieder zum harmonischen Abschluß des Systems; ist dieser erreicht, hört sie ebenso wie das Wachstum auf, mag auch noch so viel Funktionsmöglichkeit vorhanden sein. Eine vollkommene Kugel ändert sich niemals mehr, mag sie nun beliebig viel rotieren. Und ebenso setzt der ebenmäßig gebildete metergroße Alaunkristall kein Molekül mehr an, mag man ihn noch so lange in übersättigter Lösung halten.

Dieses *Harmoniegesetz der Gestaltung*, mit dem wir uns als mit einem obersten aller Weltgesetze noch auf das Ausgiebigste zu beschäftigen haben werden, spricht aus den Kristallbildungen in solcher Reinheit, daß es als eines der großen Grundgesetze aller Kristallisation bezeichnet wird.

Das sogenannte *Gesetz der Zonen*, welches besagt, daß alle Flächen desselben Kristalles und alle Kristalle derselben Art im Zonenverband stehen, will damit folgende Tatsache erläutern: Betrachtet man einen vielflächigen Kristall näher, so findet man, daß die Flächen häufig parallele Kanten bilden (vgl. Abb. 29). Stimmen nun wenigstens drei Flächen in parallelen Kanten überein, dann nennt man sie zusammen eine *Zone*. Bei einem Kristall stehen nun die Flächen der verschiedenen Zonen in einem solchen Verhältnis zueinander, daß, wenn nicht drei derselben in einer Zone liegen, alle ferneren Flächen sich von vier Grundflächen ableiten lassen. Das will das Gesetz, allerdings etwas unbeholfen, ausdrücken. Es ist damit eine Beschränkung der Gestaltungsmöglichkeiten festgestellt, indem dadurch nur

sieben Gattungen von Symmetrie angegeben sind, die sich verwirklichen lassen, eben jene, aus denen man die sechs Kristallsysteme und 32 Kristallklassen abgeleitet hat. Diese Tatsache wird erläutert durch das schon erwähnte Gesetz der rationalen Zahlen, nach dem nur rationale, also logische, haltbare Formen gebildet werden, die zugleich harmonisch sind.

Durch diese Gesetze sind die Kristalle verkörperte Mathematik oder Logik, was auf das Gleiche herauskommt, und so erklärt sich die genaue Regelmäßigkeit und unbeirrbare Gesetzmäßigkeit ihrer Bildung, vor der die Menschheit seit Jahrhunderten so bewundernd steht, daß sie sie in Form des Kultus der *Edelsteine* sogar in ihre religiösen Vorstellungen aufgenommen hat. *Bei jeder Art von Materie gruppieren sich Teile unter genau bestimmten und konstant festgehaltenen Kantenwinkeln, nach eigenen Symmetriegesetzen und unter Wahrung rationaler Verhältnisse zu einer einheitlichen und harmonischen Kristallgestalt* — das ist das Wunder höchster molekularer Komplikation, das uns in den Kristallen vor Augen liegt. Damit ist *Symmetrie ebenfalls als molekulare* (somit auch elementare) *Eigenschaft erkannt.*

Denn Kristalle sind doch Bauten und bestimmte Anordnungssysteme von Molekülen. Daran kann man nicht zweifeln, wenn es auch noch bis heute keine *kinetische Kristalltheorie* gibt, welche die Wissenschaft von den Physikern unbedingt fordert, bevor sie die Molekulartheorie für befriedigend erklären kann. Ohne sie kann die Physik die Lehre von den festen Körpern gar nicht ausbauen. Und gegenwärtig widerspricht die Existenz von „molekularen Aggregaten mit vektoriellen Eigenschaften“[28]), wie der Mechaniker die Kristalle benennen muß, vollkommen der kinetischen Theorie der Gase, auf der alles übrige ruht. Das darf niemals vergessen werden.

Es ist nicht schwer vorherzusagen, daß die Übereinstimmung nur dadurch hergestellt werden kann, daß die Richtungskräfte auch im Wirken der Gase aufgefunden und in ihren molekularen Schematismus eingebaut werden. Und einen Weg hierzu hat ja bereits *Boltzmann*[29]) gebahnt, wenn er glaubt, die Eigentümlichkeiten des kristallinischen Zustandes durch die Art der molekularen Schwingungen erklären zu können. Das hierfür gültig erscheinende theoretische Bild der Kristalle, das alle die geschilderten Merkwürdigkeiten zusammenfaßt, hat schon im Jahre 1824 *Seeber* entworfen, und es wurde von *Sohnke* zu der *Raumgittertheorie* ausgebaut, die jetzt noch immer die von den meisten Kristallographen festgehaltene Deutung ist.

Nach ihr sind die kleinsten Teilchen der Kristalle auf parallelen Graden in allen drei Richtungen des Raumes in Reihen geordnet, wie es Abbildung 36 als Modell zeigt. Über die Gestalt der Partikel macht man sich keine Vorstellung, lehnt also die alte Vorstellung des Begründers einer wissenschaftlichen Kristallkunde, des *Abbé Haüy* ab (vgl. S. 63), nach der die Kristallmoleküle die jeweilige Kristallgestalt besitzen sollen. Dagegen ist das durch sie gebildete Raumgitter ein Abbild ihrer Symmetrie und Zonengesetze. Und darum

ist ein Kristall immer nur in der für ihn typischen Form spaltbar, wie man sich leicht überzeugen kann. Wenn man einen großen Alaunkristall oder einen Kochsalzwürfel mit einem kräftigen Hammerschlag zertrümmert, dann zerfällt er in eine große Anzahl von Rhomboëdern oder Würfeln, als Zeichen, daß sich sein Symmetrie- und Harmoniegesetz bis ins kleinste hinein wiederholt. Zwischen den Partikeln sind leere Räume, die auf dem Modell, das das Raumgitter eines Diamantwürfels darstellt (Abb. 36), freigelassen sind, um da-

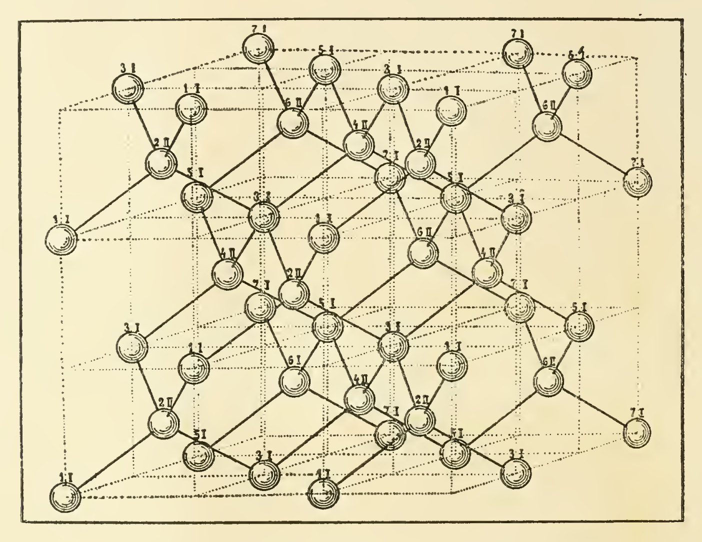


Abb. 36. Die Raumgitterstruktur eines Diamantkristalls

durch verständlich zu machen, daß die Moleküle in diesem Raum Schwingungen ausführen. Die Wärmebewegung beeinflußt ihren Ort und macht den Umbau des einen Systems in das andere bei Temperaturveränderung, auch den *„Tod der Kristalle“* bei Erreichen der Grenztemperatur durchaus verständlich. Bekanntlich haben Kristalle eine „Lebensdauer“, welche, wenn auch die ältesten *kristallinischen Schiefer* der Erde sicherlich älter als alles Lebende auf Erden sind, dennoch nicht unbegrenzt sein kann. Zwar ist es nur Wortspielerei, wenn manche Naturphilosophen meinen, der fertige Kristall sei bereits tot, wenn er nicht mehr wachsen und sich vergrößern kann, dagegen ist es sicher richtig, von seinem Ende zu reden, wenn man das in ihm eingelagerte Wasser durch Liegen an der Luft entweichen läßt und dann

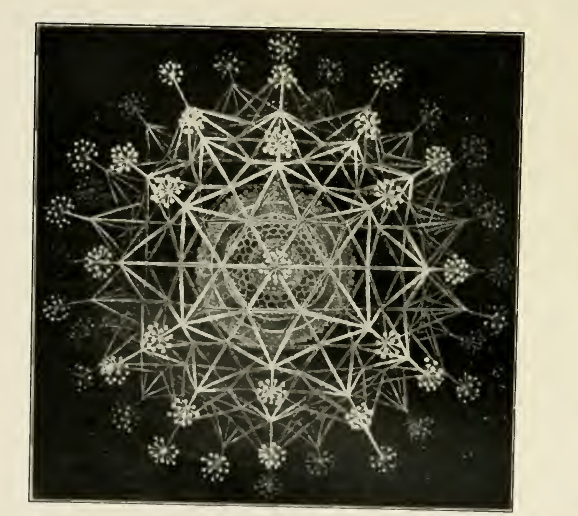


Abb. 37. Der Schwebeapparat eines Radiolars.
Ein kompliziertes System von Balancierstangen, in dessen Mitte der eigentliche Zellenkörper sitzt. (Stark vergrößert nach Haeckel)



Abb. 38. Coelestinskelett eines Radiolars.
Eine sogenannte „Kunstform der Natur", in Wirklichkeit ein technisch noch nicht völlig durchschaute, mechanisches System zur Sicherung der Schwebefähigkeit. (Stark vergrößert nach Haeckel)

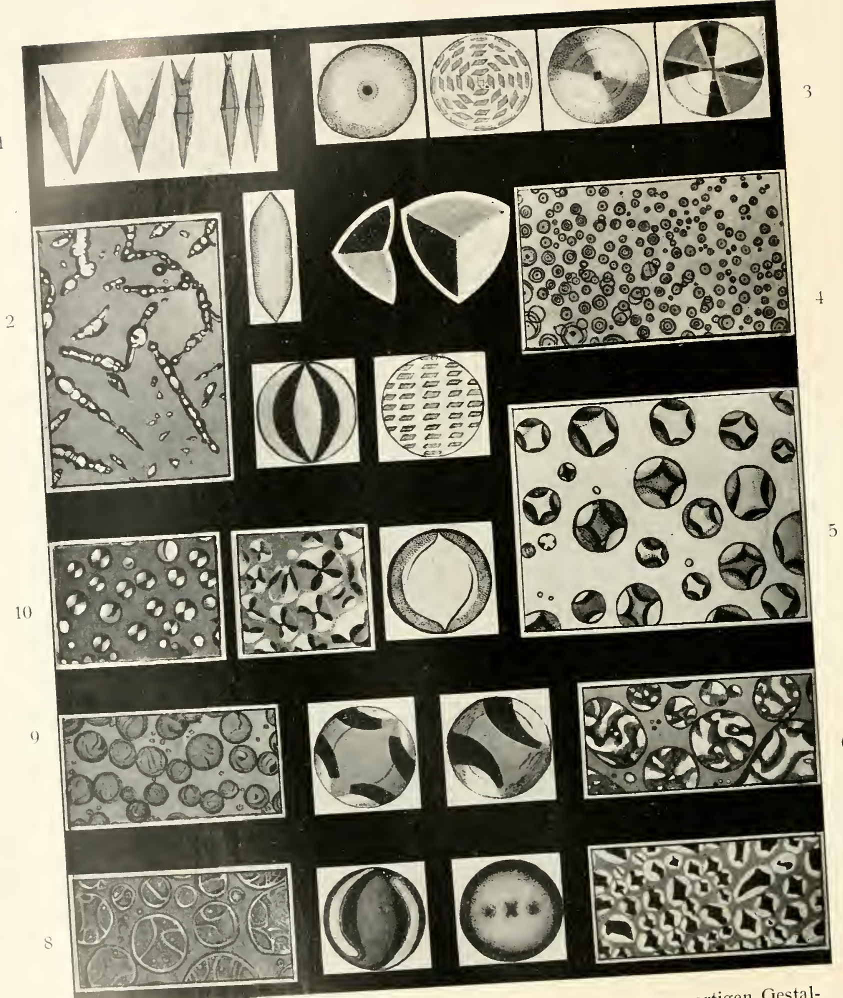


Abb. 39. Flüssige Kristalle in festen Formen (1), beweglichen, wurmartigen Gestaltungen (2) und Kristalltropfen (3—10). Sie sind teilweise (6—8, 10) in polarisiertem Licht aufgenommen, wodurch ihre Anisotropie sichtbar wird. (Nach A. Lehmann)

auch den Zerfall der Kristalle in ein amorphes Pulver erlebt. Leicht kann sich jedermann davon an dem bekannten „*blauen Vitriol*“ überzeugen, das eigentlich *Kupfersulfat* ist, und dessen schöne Kristalle an der Luft verwittern und zu weißem Pulver zerfallen. Man kann das übrigens bei jedem Kristall erreichen, wenn man durch Erhitzen sein „*Dekrepitationswasser*“ austreibt und dadurch sein Gefüge sprengt.

Wie *E. v. Fedorow* gezeigt hat, gibt es überhaupt nur 230 Raumgittermöglichkeiten, deren Schema vom natürlichen Sein auch ausgefüllt ist, wobei die Systeme jeweils von der besonderen Anordnung des Raumgitters abhängen. Diese Raumgittertheorie hat nun eine haltbare Stütze dadurch erhalten, daß *Max von Laue*, dem hierfür auch der Nobelpreis zuerkannt wurde, durch Anwendung der Röntgenstrahlen bei der Untersuchung von Kristallen deren molekularen Bau sozusagen sichtbar gemacht hatte. Im Jahre 1912 entdeckte er mit seinen Schülern, daß ein enges Bündel Röntgenstrahlen beim Durchgang durch einen Kristall sich in eine Anzahl getrennter schwächerer Bündel spaltet, die sich photographieren lassen und als bestimmte Fleckensysteme sichtbar werden. Es ist also im Prinzip das gleiche, was *Stark* im Atombau gelungen ist. An den Systemen innerer, mit Molekülen besetzter Netze von Ebenen im Kristall werden die Röntgenstrahlen zurückgeworfen und verraten so deren Existenz. Hieraus wurde (von *G. Darwin* und *Moseley*) eine Methode ausgearbeitet, aus der man Schlüsse über die relative molekulare Dichtigkeit von Kristallflächen ziehen konnte. Dabei ergab sich, daß die Kristalle einem *Gesetz des Optimums* folgen, indem von allen möglichen immer nur die am dichtesten besetzten zur Ausbildung kommen, wobei sich das reguläre System als das vollkommenste erweist.[30])

Man ist durch diese Methode sehr weit vorgeschritten, so daß man sich in einzelnen Fällen bereits ganz anschauliche Vorstellungen von dem Innenbau gewisser Kristalle machen kann. So haben die englischen Kristallogen Gebrüder *Bragg* folgendes Bild von dem feinsten Bau des *Diamanten* entworfen. (Abb. 36.) Der Diamant, der aus reinem Kohlenstoff besteht, hat seine Atome in zwei Systemen von Würfelgestalt angeordnet, die, sich gegenseitig durchdringend, das bekannte Oktaëder des Diamanten herstellen. Diese Atome liegen in vielen Ebenen hintereinander angeordnet, offenbar zu Molekülen von je sechs Atomen ringförmig zusammengeschlossen.

Damit wäre nun eigentlich das Gesetz, das die Moleküle im kristallinischen Zustand der Materie bindet, durchsichtig geworden, wenn nicht die sogenannten *flüssigen Kristalle* (Abb. 39) mit diesen Vorstellungen vom Raumgitter bis jetzt wenigstens unvereinbar wären. Denn diese widersprechen mit ihrer Beweglichkeit jeder *Anordnung* der Moleküle zu regelmäßigen Punktsystemen, wie denn überhaupt gegen diese Kristallauffassung von jeher eingewendet werden konnte, daß alle molekularen Umsetzungen der im Kristall gebundenen Substanz immer nur nach Zerstörung seiner spezifischen Struktur auftraten.

Die ungewöhnlichen Erscheinungen, auf die der Karlsruher Physiker *O. Lehmann* mit unermüdeter Beharrlichkeit an die dreißig Jahre lang aufmerksam machte, bis man wieder einmal erst auf dem für den deutschen „Geist" so kennzeichnenden Umwege über die fremden Nationen ihn ernst nahm und sich bequemte, von seinen Anschauungen Notiz zu nehmen, — diese Erscheinungen gehen auf einige schwer aussprechbare Substanzen zurück, deren klassischer Vertreter der *Paraazooxyzimtsäureäthylester* ist. Um die beweglichen Kristalle zu erhalten, muß man diese Substanz mit einem Lösungsmittel (meist *Monobromnaphthalin*) versehen und bis zum Schmelzen erhitzen. Denn auch die „scheinbar lebenden Kristalle" sind Temperaturwesen, und zwar in diesem Fall Wärmeformen aus der Welt zwischen 139,5 und 298° C. Wenn sich die Masse abkühlt (vgl. Abb. 39), so entstehen dann zunächst vieleckige Kristalle mit gerundeten Kanten, die dadurch auffallen, daß sie bei Berührung sofort zusammenfließen. Bei weiterer Abkühlung ziehen sie sich zu Tropfen zusammen, bilden Knospen nach Art der Hefezellen, aus denen wurmartige Fäden hervorwachsen, die sich heftig schlängeln und wie ein Aal krümmen. Diese Kristallwürmer teilen sich, kopulieren miteinander und bewegen sich wie Bakterien. Je stärker das Temperaturgefälle in dem mikroskopischen Präparat ist, in dem man sie beobachten kann, desto intensiver sind alle die beschriebenen Erscheinungen, und bei Temperaturrückgang erstarrt dann plötzlich alles zu einer festen kristallinischen Masse.

Die „flüssigen Kristallotiker" sind nun keine guten Sachwalter des ihnen anvertrauten vollwertigen Pfundes. Sie verquicken Tatsachen mit leeren Worterklärungen, so, wenn sie von Kopulation zweier Kristalle reden und dem unzweifelhaft beschreibenden Wortsinn auch den aus der Biologie bekannten mit unterschieben, nach dem *Kopulation* eine geschlechtliche, auf die Vererbung Einfluß besitzende Vereinigung zweier Lebewesen ist. Auf diese Weise könnte man auch von einer Kopulation von Fettaugen im Suppenteller sprechen und ihr Bedeutung beimessen.

Man betonte die rein äußerlichen Lebensanalogien so sehr, daß man z. B. die molekulare Richtkraft ohne weiteres als Ursache der *Muskelkraft* ansieht. Man hat dadurch die Begeisterung gewisser „Monisten um jeden Preis" erregt, deren leichtentzündliche Phantasie das von *Lehmann* noch zurückhaltend als „scheinbar" bezeichnete Leben der Kristalle zu einem wirklichen mit Einlagerungswachstum, Ernährung, Atmung, Selbstreinigung, Fortpflanzung, Leben, Seele und Tod umdichtete, aber auch berechtigten Widerspruch herausgefordert. So leicht sind die Weltgesetze denn doch nicht zu durchschauen, und auf solche Phantasieräusche folgt in der Geistesgeschichte stets trübes Erwachen mit langdauernder Abneigung gegen normales Denken.

Es bleiben auch ohne voreilige Deutungen und Sinnerschleichungen in der Welt der flüssigen Kristalle genug Erscheinungen übrig, die dazu drängen, die Begriffe von Kristall und Aggregatzustand noch schärfer zu fassen. Man

kennt zurzeit etwa 300 Substanzen, aus denen fließende Kristalle hervorgehen, und von denen — *Schmierseife* (nach *Lehmann* ein Aggregat solcher Kristalle) vielleicht die populärste ist.

Mit den flüssigen Kristallen sind eine Reihe der merkwürdigsten Versuche gelungen, wie die der *Selbstreinigung*. Wenn man *Paraazooxyanisol* in heißer Lösung mit Tusche vermengt, so kann man sehen, wie die sich ausscheidenden Kristalltropfen die Tuschepartikelchen zurückschieben und selbst vollständig klar bleiben, was sie mit den festen Kristallen teilen, ohne daß man, wie es *Häckel* tut, dies mit der *Exkretion* der Organismen vergleichen muß.

Zu den auffallendsten der sogenannten „Lebenserscheinungen" gehören die Bewegungen der *Myeline*. Myeline wurden als Bestandteil des menschlichen Nervenmarkes entdeckt und dann weitverbreitet im *Protoplasma* wiedergefunden als *Cholesterine* und *Lecithine* sowie *Fettsäuren*.

Man kann diese Versuche sehr einfach anstellen, wenn man einen Tropfen der in den Drogerien käuflichen Ölsäure in wässeriges Ammoniak bringt. Dann wird man im Mikroskop bald Schläuche, Kugeln, Fäden sich erheben sehen, die sich schlängeln, aufrollen, spiralig aufziehen und diese, ohne molekulare Richtkräfte unverständlichen Bewegungen unter günstigen Umständen tagelang fortsetzen. (Vgl. Abb. 39, Fig. 2.)

Für alle diese Gebilde ist es nun kennzeichnend, daß sich in ihnen Licht und Wärme nicht in allen Richtungen gleichmäßig ausbreitet, so wie sie auch nicht nach allen Richtungen des Raumes gleichmäßig löslich und hart sind. Für diese Tatsache hat sich die Bezeichnung *Anisotropie* eingeführt (vgl. Abb. 39). Diese Anisotropie, welche die flüssigen Kristalle mit den anderen (mit Ausnahme des regulären Systems) teilen, hält *Lehmann* für eine so grundlegende Eigenschaft, daß er sie in die Moleküle selbst verlegt. Nicht die regelmäßige Anordnung der Moleküle zu einem Punktsystem sei das Wesentliche des Kristalls, sagt er, sondern die Anisotropie des Moleküls, seine Konstitution, zu der auch die Richtkraft gehört.

Und wirklich wird man nach all dem Erkannten nicht daran zweifeln können, daß dem Molekül Fähigkeiten zukommen, welche die Molekulartheorie bislang noch nicht erklären konnte. Daran ändern auch die *Laue*schen Untersuchungen nichts, und deshalb braucht weder die Raumgitterlehre noch die Molekulartheorie verworfen zu werden.

Die Frage der Aggregatzustände ist damit ganz neu beleuchtet, und man muß sich darauf gefaßt machen, die Gesetze des Seins in der Integrationsstufe der aus Molekülen zusammengesetzten Körper anders zu fassen, als man es gewohnt war. *Lehmann* hat zweifellos den Molekularbegriff vertieft und erweitert und die *Probiose* weit in die geheimen Zusammenhänge der Materie hinausgeschoben.

Die Frage der Anisotropie hat die Lehre von den Aggregatzuständen vollständig auf neue Grundlagen und uns vor folgende Wahl gestellt: Man kann annehmen, daß alles ineinander übergehen kann. Gase und Flüssigkeiten

9*

gehorchen dem gleichen Gesetz. Bei der absoluten Temperatur würden alle Gase das Volumen 0 haben. *Gläser* sind Flüssigkeiten, denn sie sind gleich diesen isotrop. Ein Stück Glas hat nach allen Richtungen hin in jeder Beziehung die gleichen Eigenschaften. Wenn eine Flüssigkeit rasch abgekühlt wird, ändern sich ihre Eigenschaften, sie wird sirupartig, dehnbar, fest, bleibt aber isotrop und wird schließlich glasartig. Daher definiert man das Glas jetzt als „isotrope unterkühlte Flüssigkeit". Früher dachte man solche isotrop-feste Körper auch durch *Fällung* auf chemischem Wege zu erhalten und rechnete die *amorphen* Stoffe dazu. Jetzt aber hat sich durch die Verbesserung der mikroskopischen Leistungen herausgestellt, daß fast alle amorphen Pulver (und natürlich auch ihre Preßerzeugnisse) fein kristallinische Struktur besitzen, also anisotrop sind. Man hat nun bezüglich der regulären Kristalle die Wahl, entweder anzunehmen, daß sie auch erstarrte Flüssigkeiten, also Gläser sind, oder daß sich auch in ihnen wegen ihrer vektoriellen Eigenschaften Anisotropie kundgibt, wie das *Lehmann* tut.

Daher ist eine neue Einteilung des materiellen Seins entstanden[31]), *welche die Welt des Sichtbaren in eine isotrope und anisotrope Hälfte teilt.* Zur ersteren gehören alle Gase, Flüssigkeiten und die wenigen wirklich amorphen Stoffe (vgl. S. 117). Zu den anisotropen gehört fast alles Feste, nämlich das Kristallinische und die flüssigen Kristalle, welche zu den lebenden Stoffen überleiten.

In dieser Einteilung scheint nur jener eigentümliche Zustand der Materie nicht berücksichtigt, der für den Menschen deshalb der wichtigste von allen sein muß, weil sein eigener Körper, soweit er nicht kristallinisch ist, wie die Knochen, oder flüssig, wie der Inhalt vieler Organe, sich in diesem *kolloidalen*, gallertartigen Zustand befindet. Man hat sich dahin ausgesprochen, daß er eine Mischung von isotropem und anisotropem Material sei, eine sogenannte *Emulsion*, die aber so fein sein kann, daß sie wieder klar und durchsichtig erscheint, obwohl sie anisotrope Eigenschaften hat.

Entdeckt wurde der kolloidale Zustand der Materie von der Wissenschaft erst im Jahre 1861 von dem Engländer *Thomas Graham*. Erst damals wurde man darauf aufmerksam, welch sonderbares Gebilde der *Leim*, das Urbild aller Kolloide, das ihnen auch den Namen borgte, eigentlich sei. Aber es dauerte immer noch vierzig Jahre, bevor die Forschung zugriff; die *Kolloidwissenschaft* datiert erst seit etwa 1900, ist daher auch noch mit allen Unzulänglichkeiten neuer und neuester Forschung behaftet.

In kolloidalem Zustand bekannt sind zahllose Stoffe, so vor allem fast sämtliche Metalle, allen voran *Gold* (Abb. 40), dem man in diesem Zustand verschiedene, höchst merkwürdige Eigenschaften abgesehen hat. Es ist nun durchaus in den Bereich der Möglichkeit gerückt, daß man sämtliche Substanzen in kolloidalen Zustand überführen kann; jedenfalls sind schon heute scharfe Abgrenzungen zwischen kolloidalen und kristalloiden Lösungen unmöglich. Es wäre daher, wie *Zsigmondy*, einer der führenden Männer auf

diesem Gebiete, betont, gar nicht richtig, die Substanzen in Kolloide und Kristalloide einzuteilen.

Man muß vielmehr — wenn man nur das Gesicherte aus der Überfülle der vorliegenden, einander oft widersprechenden Beobachtungen und Ansichten herausheben will — sagen: *der kolloidale Zustand sei nichts anderes, als eine so feine Verteilung der Materie, daß dadurch andere Eigenschaften als im normalen Molekulargefüge in den Vordergrund treten.* Der gelöste Körper (die Kolloidwissenschaft bezeichnet ihn als die eine „disperse Phase", und zwar als das *Gel*) gelangt durch die feine Zerlösung zu einer enormen Oberflächenvergrößerung, die neue Eigenschaften auftreten läßt. Wenn das Dispersionsmittel Wasser ist (man nennt das dann *Hydrosol*), ist die disperse Phase bei *Kieselsäure* und gewissen *Farbstoffen* positiv, bei *Metallen, Eosin, Gummigutt* oder *Stärke* negativ geladen. Bei anderen Solen ist das umgekehrt. Eines der wichtigsten Kolloidgesetze, auf dem auch praktische Anwendungen beruhen, ist, daß sich entgegengesetzt geladene Solen ausscheiden, was bei gleichgeladenen nicht geschieht. Das ist ein Satz, dem die *Färberei*, die eine kolloidale Technik ist, Neuerungen von Millionenwert verdankte. Eine andere wesentliche Entdeckung war, daß durch verschiedene Einflüsse, wie Wärme oder mechanische Einwirkung, die gelöste Phase entweder zu einer Gallerte oder sogar unlöslich ausgeschieden wird. Dann nennt man sie *Gel* (*Hydrogele, Alkogele* usw.) und den Vorgang *Pektisation* oder *Koagulation.* *)

Der Biologe horcht bei diesem Worte höchst aufmerksam auf; denn Koagulation kennt er sehr wohl von seinem Studienobjekt, dem Eiweiß, das auf Alkoholzusatz oder bei Erwärmung über 80 ebenfalls gerinnt. Bis in die alltäglichste Erfahrung hinein ist solches bekannt, und es ist nur die Pektisation eines Hydrogels durch Erwärmung, wenn die in heißes Wasser gelegten rohen Eier zu „hart" wurden. Und gerade von der biologischen Seite her ist eine weitere Tatsache des kolloidalen Seins von ganz besonderer Bedeutung geworden. Die Gele haben nämlich schon als disperse Phase oft die Struktur eines Badeschwammes oder Balkengerüstes, die man vielleicht am treffendsten beschreibt, wenn man sie *wabig* nennt. (Vgl. Abb. 42.)

Solche *Wabenstruktur*, die am besten von *O. Bütschli* und *Quincke* studiert ist, eignet aber sowohl dem ausgefällten, wie unter bestimmten Bedingungen auch dem lebenden Zelleneiweiß, dem *Protoplasma;* sie ist eine der elementaren Strukturen der lebenden Substanz, ohne die eine ganze Reihe von Lebenseigenschaften und Lebensbetätigungen undenkbar wäre. Mit andern Worten: *Die enorme Wichtigkeit der Kolloidwissenschaft* (sie ist keineswegs Kolloidchemie allein) *für den Menschen ist darin gegeben, daß er sich selber im kolloidalen Zustande befindet.*

Plasma ist der kolloidale Zustand der Kohlenstoff-Stickstoffverbindungen.

---

*) Der Vorgang ist *reversibel* (umkehrbar) bei Gummi, Leim u. a., irreversibel bei Gold, Platin, Tonerde, Eisenoxyd und den meisten Hydrogelen.

Leben hängt untrennbar mit den Gesetzen des Kolloidalen zusammen. Das ist sicher. Man fragt sich nun: Was ist denn kolloidales Eisen oder Gold, was sind überhaupt die *Hydrosole?* Sind sie nicht möglicherweise der Beginn der „Lebensreihe" dieser Elemente? Sind ihre Kolloideigenschaften nicht erste Anzeichen von Probiose? Die flüssigen Kristalle, die man deswegen als *kolloidale Kristalle* bezeichnen könnte, weil sie aus Lösungen ausgefällt sind, könnten unter diesem Gesichtspunkt zu ganz besonderer Bedeutung gelangen. Die Zukunft wird es lehren, ob sich aus diesem Gedanken eine fruchtbare Deutung des kolloidalen Zustandes gewinnen läßt. Jedenfalls ist schon viel damit gewonnen, daß die lebende Struktur, gewissermaßen der Aggregatzustand des Lebens und damit die Grundbedingung unserer geistigen Welt, mit den kristallinischen Zuständen der Materie lückenlos verbunden und dadurch unter *ein* Gesetz gestellt erscheint. Auch wir sind also letzten Endes in kristallinischem Zustand.

Man braucht dabei gar nicht den Ansichten *P. v. Weimarns* zu folgen, nach denen alle Substanzen, auch Gase, Flüssigkeiten, Kolloide (damit auch der Lebensstoff) kristallinisch sind[32]), man braucht nur darauf zu achten, daß jedes Kristalloid ein entsprechendes Gel besitzt, daß eine große Anzahl von Mineralien[33]) überhaupt Gele sind. Den unwidersprechlichen Beweis liefert dabei die Tatsache, daß man die Kolloide nur als einen *Zerteilungsgrad der Materie* erkannt hat. Man kann in Flüssigkeiten feste Stoffe so grob mengen, daß sie trüb bleiben, und hat dann eine *Suspension* oder *Emulsion* (Abb. 42), über die niemand Zweifel hat, der z. B. an die Milch denkt. Man kann sie aber auch feiner bereiten, wie es z. B. mit *Gold* gelungen ist, von dem aus Dispersionen von 0,000 000 000 01 Gramm im Ultramikroskop Goldteilchen sichtbar gemacht werden können (vgl. Abb. 40), obwohl die Flüssigkeit ganz rein, wie eine echte Lösung anmutet. Diese feinere Zerteilung ist es, der man den Namen *Kolloid* beigelegt hat. Man kann aber auch die Zerteilung so weit treiben, daß Moleküle oder Atome mit elektrischer Ladung *(Ionen)* darin enthalten sind. Dann kommt man zu echten Lösungen, die kristallinische Eigenschaften besitzen. Um sich das plastisch vorzustellen, betrachte man es in tabellarischer Zusammenstellung:

Dispersoide (Mischungen von Flüssigkeiten und festen Teilen) können sein

Eigentliche Dispersionen	*Kolloide*	*Kristalloide*
[Suspensionen, Emulsionen] z. B. Milch mit Größe der Teilchen von mehr als 0,1 μ	z. B. kolloidales Gold oder Leim [Abb. 40] mit Größe der Teilchen v. 0,1 μ bis μμ [hierher das Protoplasma]	Molek. Lös. o. Jonen-Lösungen mit Größe der Teilchen [Moleküle] von 1 μ u. noch weniger.

Man kann sich keine wichtigere Klärung denken als diese, weil sie unserem Gefühl die Stellung in der Welt gegenüber den übrigen Stoffen anweist.

Die Kolloide unseres Organismus sind jedermann aus den eigenen Empfindungen und Leistungen wohlbekannt. Ihre Struktur und Eigenheiten schaffen uns die Lebensbedürfnisse und prägen unserem Dasein die Form.

In einiges davon blickt man bereits hinein, aber in anderen Punkten sucht das geistige Auge noch vergeblich im Dunkel unserer Unwissenheit.

Die Wabenstruktur des Plasmas ist es vor allem, die erst die vielen Prozesse ermöglicht, die gleichzeitig in der lebenden Zelle stattfinden.

Das Leben eines Einzellers, also etwa eines *Wimpertierchens*, wie sie zu Tausenden in jedem Fingerhut voll Sumpfwasser umherschwimmen, wäre undenkbar, ebenso wie das jeder Pflanzenzelle oder irgendeiner unseres Leibes mit ihren komplizierten Assimilations-, Dissoziations-, Atmungs- und Ausscheidungsprozessen, wenn ihr nicht die Waben die Kammern und Isolierungswände abgeben würden, um diese notwendige Arbeitsteilung zu *gleicher Zeit* bewältigen zu können.

Namentlich der Gedanke zieht die Aufmerksamkeit auf sich, wie viele Vorgänge und „Engramme“ in den Denkzellen des Gehirns sowohl ineinander arbeiten, wie auch gespeichert liegen. Auch das wäre mechanisch undenkbar ohne den Wabenbau der Hydrogele. (Vgl. Abb. 42.) Oder, um auf ein anderes elementares Phänomen des Lebens die Aufmerksamkeit zu lenken, das noch kaum ein Physiologe von diesem Gesichtspunkt aus gewertet hat: *die kolloidale Natur der Stoffe zwingt den Organismus, die verwickelte Tätigkeit der Verdauung in Bewegung zu setzen.* Der Zusammenhang ist hier der folgende:

Da die Zellen im Organismus durch Häute abgeschlossen sind, kann der normale Verkehr der Stoffe zwischen ihnen nur auf dem Wege der *Diffusion* erfolgen. Kolloide diffundieren durch Häute nicht, sonst wäre es unmöglich, sie im Organismus abzuschließen. Diese Sachlage zwingt den Organismus, Produkte, die zur Erneuerung dienen sollen, entweder als Gase oder Kristalloide einzuführen. Das tut z. B. die Pflanze reichlich, darum braucht sie für gewöhnlich keinen Verdauungsapparat. Tier und Mensch aber nähren sich vorwiegend von Kolloiden (Pflanzenteile und Fleisch). Deshalb bedarf es für sie einer umständlichen Umwandlung, um diese zu Gasen oder Kristalloiden zu gestalten und dadurch aufnehmbar zu machen. Diesen Vorgang nennt man *Verdauung*, und ihm zuliebe sind wir ein Sack, der fast völlig mit den Apparaten dieser Umwandlungen, den Verdauungsorganen, gefüllt ist.

Diese Bedeutung der Kolloide im Weltganzen ist unvergleichlich wichtiger als die technisch industrielle, die der Erwerbssinn immer in den Vordergrund rückt, und der zuliebe eine Kolloidwissenschaft überhaupt aufgeblüht ist, in der allerdings die biologischen und erdumwandelnden Wirkungen der Kolloide noch immer eine Art Aschenbrödelrolle spielen. Trotzdem wird sich nach einiger Zeit die Ansicht durchsetzen, daß die wichtigsten Gesetze der Kolloidbildung auf Erden folgende sind:

Ein außerordentlich großer Anteil der Erdrinde befindet sich als Gel in kolloidalem Zustand[33]), denn Gele sind typische Produkte aller normalen Verwitterungsprozesse. Dadurch entstehen zahlreiche *Mineralien*, meist kennt-

lich am glaskopfähnlichen, traubigen, muscheligen, erdigen, dendritischen Aussehen. *Jedem kristalloiden Material entspricht sogar ein ähnlich zusammengesetztes Gel (B. Cornu).*

Die Hydrogele von *Aluminium, Eisen* und *Silicium*, die in der *Ackerkrume* die weiteste Verbreitung besitzen, verleihen dem fruchtbaren Boden die Fähigkeit, durch den Regen in ihn geschwemmte Verwesungsstoffe und sonstige kolloidale Lösungen festzuhalten (zu absorbieren). Auf diese Weise bleiben der *Humus* und die Stoffe der *Düngung* den oberen Bodenschichten erhalten *) *(van Bemmelen).* Dadurch ist die Bedingung der *Bodenfruchtbarkeit* gegeben und eine Pflanzenbesiedlung möglich; von ihr aber hängt an der Kette der Lebensgesetzlichkeiten die gesamte Tierwelt ab, die Menschenkultur mit inbegriffen, *so daß ohne den kolloidalen Zustand der Materie das Leben auf Erden gar nicht entstanden wäre.* Das ist das erste große Gesetz der Kolloidverbreitung.

Das zweite beruht darauf, daß *Protoplasma,* alle *Eiweiße, Lipoide* (also *Fette*), Zellstoff *(Zellulose)* und Stärke *(Amylum)* Kolloide sind. Die physiko-chemischen Gesetze des lebenden Stoffwechsels sind also Gesetze der kolloidalen Physik und Chemie, und es ist keine Physiologie mehr denkbar ohne Berücksichtigung dieser Gesetze, wie schon an den obigen Beispielen gezeigt wurde.

Die kolloide Struktur (die Wabenbildung, Abb. 42) in verschiedenen Integrationsstufen (Zelle, Gewebe, Organ, Organismus, Organismenstaaten) *ist die elementargesetzliche Form des Lebens.* Sie ist aus Gründen der Kolloidphysik nicht anders möglich.

Diesen zwei großen Erkenntnissen gegenüber treten die praktischen Anwendungen der kolloidalen Gesetzlichkeiten entsprechend zurück, so sehr sie auch die Kassen der Menschen füllen mögen und daher von sich reden machen. Es ist natürlich selbstverständlich, daß Techniken und Industrien, welche sich, wie die Zementverarbeitung, die Tonwarenindustrie, die Herstellung von Rubingläsern, die Techniken der Verarbeitung von Leder, Stärke, Kunstseide, Kautschuk, Seide, Papier, Zellulose und Zelluloid, Leim, Harzen und dergleichen mit kolloidalem Material beschäftigen, oder wie die Photographie, Färberei, Gerberei usw. kolloidale Prozesse in Gang setzen, von dem Einblick in diese Gesetze profitieren mußten. Daß man ohne Kenntnis der Gesetze der Welt nicht richtig Geld verdienen kann, das haben also die Menschen offenbar bereits gelernt, daß man ohne sie aber auch nicht richtig denken und leben kann, das sehen die meisten noch nicht ein.

So ist denn der Zustand der Kolloidwissenschaft großartig entwickelt und unbefriedigend zugleich. Namentlich über die Molekularwelt des kolloidalen Zustandes irren wir noch durchaus im Dunkeln. Sollte die *Weimarn*'sche Ansicht durchdringen, so liegt zwar darin kein anderes Problem vor als bei

*) Zum Teil sogar selektiv wie z. B. das für den Pfanzenwuchs unentbehrliche Kali.



Abb. 40. Kolloidale Lösungen von Gold in verschiedenen Verdünnungen
Über ihnen ist jeweils das ultramikroskopische Bild dieser Zerteilung von (links nach rechts) 2 μμ—150 μμ Teilchengröße angeben (Nach R. Zsigmondy)

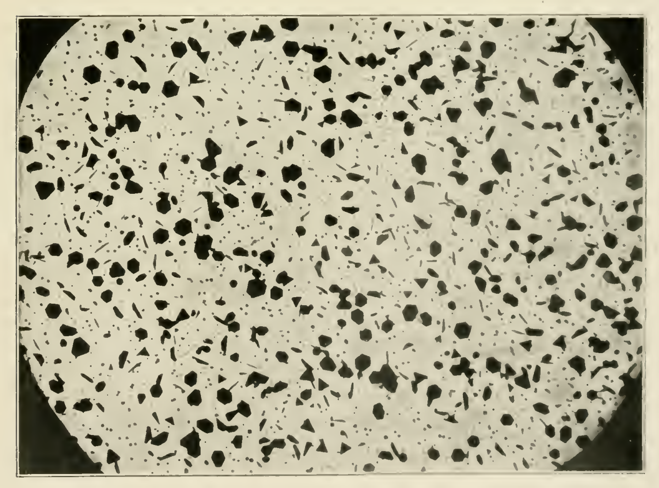


Abb. 41. Mikroskopisches Bild von Aventuringlas, das ein Gel von kolloidalem Kupfer darstellt
(Originalaufnahme des Biologischen Instituts München)

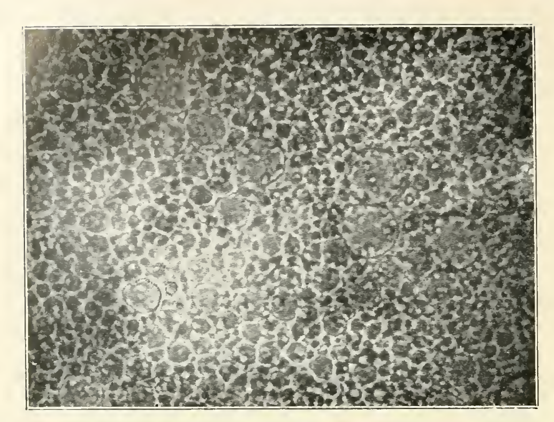


Abb. 42. Wabenbau eines Gels in mikroskop. Vergrößerung

Abb. 43. Der Stammbaum der Teerfarbstoffe

Darstellung der aus dem Steinkohlenteer gewonnenen Derivate im Deutschen Museum zu München.
(Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich)

den Kristallen. Dem sei aber, wie es wolle; *an der Existenz der molekularen Richtkräfte in der kolloidal organisierten Materie läßt sich um so weniger zweifeln, als solche in höchster Entfaltung aus den Tatsachen des Lebens jederzeit zu dem Denker sprechen.*

Mit diesen Gesetzlichkeiten ist nun das ganze Bild entworfen, das man sich derzeit vom molekularen Sein machen kann. Nur ein Punkt bedarf noch der feineren Ausführung, die *innere Konstitution des Moleküls.* Allerlei Kenntnisse hierüber wurden zwar bereits gestreift, so, daß es einatomige Moleküle gebe wie die der *Metalle,* aber auch ungeheuerlich komplizierte und aus Tausenden von Atomen bestehende, wie die des *Eiweißes.* Auch darein wurde schon Einblick gewährt, daß die *Anisotropie* ein intramolekulares Problem zu sein scheint. Mindestens wurde das eine durchsichtig, daß die Eigenschaften des Moleküls auch von seiner Konstitution abhängig sind. Daß diese höchst verschieden sein kann, dafür wurde an verschiedenen Stellen immer wieder die Tatsache der *Isomerie* oder *Allotropie,* wie die Chemiker die Erscheinung bei den Elementen in früherer Zeit nannten, herangezogen. — Was ist Isomerie? Hierüber mag ein Beispiel besser belehren als eine der meist sehr abstrakten Definitionen.

Es gibt eines von sehr großer Anschaulichkeit, das weit über die Grenzen der Wissenschaft hinaus bekannt geworden ist, und das ist die Zinnpest. Seit vielen Jahrzehnten ist es bekannt, daß gewisse *Metalle* immer wieder in bestimmter Weise „erkranken". Wohl das besprochenste Beispiel war das Dach des Rathauses zu *Rothenburg o. d. Tauber,* dessen *Kupfer* sich ständig zersetzte. Auch an Zinnhumpen und Zinntellern ist man derartige Verfallserscheinungen von alters her gewohnt. Auf den Gegenständen entstehen warzenähnliche Auftreibungen, die nach einiger Zeit zerbröckeln und Löcher hinterlassen. Das Übel schreitet weiter, bis unter Umständen die ganze Masse in ein feines, graues Pulver zerfällt. Solches hat man besonders oft an Orgelpfeifen beobachtet, die namentlich früher gern aus dem weißen, silberähnlichen Zinn angefertigt wurden.

Die Erklärung der sehr mysteriösen Erscheinung ist nun ungemein einfach. *Zinn* tritt eben in drei allotropen Modifikationen auf, von denen zwei sogar durch Kristallpolymorphie ausgezeichnet sind. Jede von ihnen bestätigt das so eingehend von *Lehmann* erforschte Temperaturgesetz; sie sind Temperaturformen im engsten Sinne des Wortes. Das gewöhnliche weiße Zinn, das man in den Gewerben verwendet, ist nur zwischen 18 und 161 Grad beständig. Sinkt die Temperatur längere Zeit unter 18°, so verwandelt es sich in graues Zinn, dessen Vorhandensein die weitere Zersetzung beschleunigt.

Das ist demnach ein klassischer Fall von *Isomerie.* Es können sich, wie man daraus sieht, Stoffe von gleicher qualitativer und quantitativer Zusammensetzung sowie von gleicher Molekulargröße (zwischen den Formen eines Elementes kann doch darin kein Unterschied sein) trotzdem durch physikaliche und auch chemische Eigenschaften unterscheiden.

Die am nächsten liegende Annahme konnte nur sein, daß in solchen isomeren Stoffen die Atome jeweils eine andere Anordnung besitzen. Klarheit hierüber konnte natürlich nicht auf chemischem Wege erlangt werden, denn chemische Eigenschaften sind eben bloß quantitative Eigenschaften, ihre Untersuchung führt immer nur zu Atomzahlen, nicht aber zur Erkenntnis von „Baustilen“. Und offenbar handelt es sich bei dem *Problem der Molekülkonstitution* um solche. Die „Dinge“ sind nun einmal Gebäude; die Rechnung der Ziegellieferanten gestattet keinen anderen Rückschluß, als daß sie groß oder klein, einfach oder höchst kostspielig aus Ziegeln, Werksteinen, Marmorblöcken, Granitsäulen und Kelheimer Platten zusammengesetzt sind. Will man ihren Stil feststellen, so muß man sie besichtigen. Das heißt in unserem Fall, man muß ihre physikalischen Eigenschaften studieren, ihr spezifisches Gewicht, den Schmelzpunkt, die Siedetemperatur der Körper, die Lichtbrechung und Dispersion, die Absorption des Lichtes, die thermischen Konstanten, die Fluoreszenz, das elektrische Leitvermögen, die magnetischen Eigenschaften und namentlich das Vermögen, die Lichtstrahlen optisch zu drehen, genau untersuchen.

Auf diese Weise wurde eine neue Art von Wissenschaft begründet, nämlich die *Stereochemie,* an deren Ausbau namentlich die niederländischen Forscher *Vant' Hoff* und *Le Bel* die hervorragendsten Verdienste besitzen. Mit ihr hat sich allmählich eine ganz neue und ungewohnte Art der Betrachtung der materiellen Welt eingebürgert. Man interessiert sich für das *Strukturbild* irgendeines Farbstoffes oder Giftstoffes, weil man dadurch die Baupläne entwerfen kann, um die in der Natur vorkommenden Dinge oder auch neue, ungekannte aus ihren „Elementen“ aufzubauen. Auf diese Weise hat die moderne Chemie die Herstellung von etwa 50 000 meist organischen Verbindungen erreicht; daß diese rentabel verkäuflich sind, wird ihr von jenen hoch angerechnet, denen die Naturgesetze als eine Art Fabrik zur Herstellung von Waren vorkommen. Gegenüber den mehreren Millionen chemischer Verbindungen, die es in der Natur zu geben scheint, ist das Erreichte freilich erst etwa das, was die ersten zehntausend ersparten Mark auf der Laufbahn des Millionärs sind. Bekanntlich aber kommt es auf diese weit mehr an als auf den Rest der Hunderttausende, weil sie eben die prinzipielle Erwerbsmöglichkeit dokumentieren, und so mag man denn auch die Stereochemie zu dem, was sie bis jetzt erreicht hat, beglückwünschen.

In der einfachsten Form begann der Chemiker diese *Strukturlehre* damit, daß er sich in den Verbindungsformeln die Verkettung der Atome und die *Valenzbeziehungen* (vgl. S. 108) der Elemente graphisch festlegte, wie etwa in der Formel des gemeinbekannten Gases *Aethan,* durch die Schreibung:

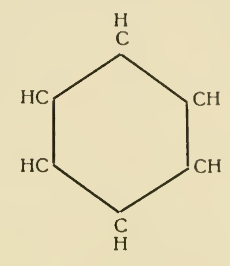
$$\begin{matrix} H \diagdown & & \diagup H \\ H - & C - C & - H \\ H \diagup & & \diagdown H \end{matrix}$$

die eine Konstitutionsformel darstellt, welche ohne weiteres klar erkennen

läßt, daß dem *Carbon* (C) eine dreifache Wertigkeit *(Valenz)* gegenüber dem *Hydrogen* (H) zukommt.

Den klassischen Höhepunkt erreichte diese Strukturlehre in der durch den deutschen Chemiker *A. Kekulé von Stradonitz* geschaffenen Formel des *Benzolringes*, die den Grundstein zur deutschen chemischen *Farbenindustrie* legte. Durch sein Lehrbuch der organischen Chemie hat er dieser Wissenschaft gleichsam weit die Tore geöffnet.

Welchem älteren Chemiker ist er nicht auch lieb geworden, der Name: Benzolring[34]) und dann die vertraute Formel dafür: (C_nH_{2n-6}); denn



wieviel der schönsten, lichtvollsten Erklärungen und Einsichten in den Wunderbau der Chemie der Kohlenstoffe gingen nicht davon aus und verwandelten wenigstens die Chemie der *Teerfarbstoffe* und der sogenannten *aromatischen Stoffe* in eine Art kleiner Rechenmaschine, an deren Taster man nur zu ziehen brauchte, um die Herstellung der prangendsten Farben und schönsten Produkte in die Hand zu bekommen. Wer wenigstens etwas von dem Leuchten dieser Sonnenstunden von Erkenntnisglück nachempfinden will, der trete im Deutschen Museum zu München, diesem Reliquienschrein für die objektive Philosophie, vor den dort an einer Wand aufgestellten *Stammbaum der Teerfarben* (Abb. 43), und er hat dann mit einem Blick auf die vor ihm schillernde, prachtvolle Farbenskala einen nachhaltigen Eindruck davon, was der Benzolring und seine Gesetzmäßigkeiten, die diesen Stammbaum ermöglichten, für die organische Chemie und die Wissenschaft überhaupt bedeuteten.

Man lernte auf diesem Wege eine absonderliche Kunst, Atome zu addieren oder sie ringförmig miteinander zu verknüpfen, diese Moleküle aus gleichgearteten Atomen *(isocyklisch)* aufzubauen oder *(heterocyklisch)* die Ringe aus verschiedenen 3 bis 9 Gliedern (Kohlenstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff-, Schwefel- usw. Atomen) zu schmieden (Abb. 44). Ringbildung und Ringsprengung schufen immer wieder neue Stoffe, und der Stereochemiker wurde mit seiner „*Bayer*'schen *Spannungstheorie*" zu einer Art Hexenmeister, der aus dem Laboratorium eine Backstube für das Warenhaus der Industrie machte, in welcher Kunst es die deutschen Chemiker am weitesten brachten.

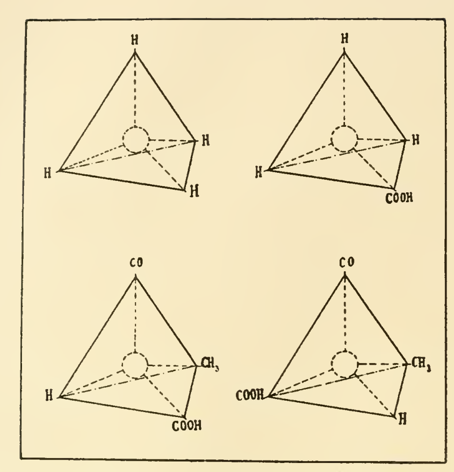


Abb. 44. Isocyklische Verbindungen.
Oben links Methan-, rechts Essigsäure. Unten 2 Milchsäuren

Das alles war zu erreichen durch eine Rechenkunst, welche die Atomgewichte als Einheit benützte, mit einer einfachen Arithmetik und Geometrie, in deren Aufgaben die Abbildung 44 einigen Einblick gewähren mag, und die in keiner Weise über die elementare Analysis hinausging.

Es ist erstaunlich, warum es noch keinem dieser molekularen Konstitutionskünstler einfiel, zur höheren Mathematik vorzuschreiten. Vielleicht aber war es gut, da allen diesen Rechnungen, so sehr sie auch die praktische Ausführbarkeit im Laboratorium zu rechtfertigen scheint, ein schwacher Punkt anhaftet, dessen Klärung entweder den Begriffen von der molekularen Konstitution ein Ende bereiten oder aber sie zur endgültigen Gewißheit steigern wird.

Dies ist also die Vorstellung, die man sich zurzeit von dem *Wesen der Elemente* machen kann.

Lange sind die Zeiten vorbei, da die naive Zoësis es für ein Gesetz der Welt hielt, daß es in ihr die vier Elemente der Luft, des Feuers, des Wassers und der Erde gäbe. Tiefere Besinnung wird diese Begriffe freilich nicht mit Lächeln abtun, sondern erkennen, daß mit der *Aristotelischen* Vierteilung eigentlich etwas Richtiges, und zwar die Aggregationszustände, gemeint waren. Inzwischen hat der Begriff gewechselt, und der Name ist geblieben, und damit in chemischer Denkungsart, nämlich dem Quale nach, die Baustoffe der Welt zu bezeichnen. Denn man verwechsle es nicht: auch der *Atombegriff* ist eine physikalische und nicht eine chemische Vorstellung, ein Quantumsbild, das ohne die Elementadjektive an sich von den Eigenschaften der Welt noch gar keine Klarheit gewährt.

Es gibt eine Grenze der *Quantitätsvorstellung* nach unten, und diese ist mit Recht als das Unzerschneidbare, das Unteilbare, als das Atom bezeichnet worden. Es gibt aber auch *eine Grenze der Qualitätsvorstellungen, eine „Einheit der Eigenschaften“*. Und das ist es, was man derzeit mit dem Wort *Element* ausdrücken will.

Das ist aber eigentlich etwas anderes, als der Elementenbegriff, den in der Mitte des XVII. Jahrhunderts *Boyle* geprägt, den dann der unglück-

liche *Lavoisier*, dem die französische Revolution den Kopf abgeschlagen hat, verbesserte, und nach dem *das chemische Element ein Stoff sein soll, der durch kein Mittel in einfachere Bestandteile zerlegt werden könne.*

Man hat damit neben das Quantitätsatom noch ein Qualitätsatom gestellt und es ungeprüft und als selbstverständlich angenommen, daß die materielle Einheit auch qualitativ ein Individuum sein müsse. Das aber ist durch den Atombegriff an sich noch nicht gesagt, sondern ist es erst, wenn das Denken voraussetzt, Sein und Eigenschaften hingen gesetzmäßig zusammen, und jeder Eigenschaftskomplex besitze nur eine ihm gesetzmäßig zukommende Seinsform (eine bestimmte Atomkonstitution).

Das ist aber eine Forderung der objektiven Philosophie, und damit haben wir entdeckt, daß unbewußt die Praxis des wissenschaftlichen Denkens die Seinsgesetze anerkannt hat und dadurch einen der wesentlichsten Sätze der objektiven Philosophie.

*

Die *qualitative Analyse* der Chemie hat zu diesen Begriffen geführt. Sie hat versucht, alle Dinge durch Lösen in Säuren, starke Erhitzung, Behandlung im elektrischen Strom, durch Destillieren und Verflüssigen in ihre Bestandteile zu zerlegen, und gelangte dadurch an 92 Restprodukte, die, man mochte sie mißhandeln wie man wollte, niemals mehr Produkte ergeben, die noch weniger wiegen als sie. Also sagte man von ihnen: *das sind die Grundstoffe, die Elemente der Welt. Und alles, was da wägbar ist, wird von ihnen und ihren Verbindungen nach dem Gesetz von Atom und Molekül aufgebaut.*

Diese Methode war eine grob materielle und hatte große Unzuträglichkeiten im Gefolge. Auf solche Weise erfährt man nie etwas Definitives, sondern erlangt nur provisorische Kenntnisse. Man weiß daher nur von „sogenannten Elementen". Und das war es, was ich vorhin als den schwachen Punkt der Stereochemie, ja aller Chemie überhaupt, bezeichnete.

Ist es denn eigentlich glaublich, daß die „Welt" just aus 92—121 verschiedenen Bestandteilen aufgebaut ist? Sie, die sich unserer Vorstellung in allem so einheitlich erschließt, sie, die aus Denkgründen überhaupt nichts anderes sein kann als eine Einheit!

Deshalb hat der Menschengeist von je das Unbefriedigende der Elementenvorstellung empfunden, und schon die alten Ägypter, dann die Araber, die Alchemisten des Mittelalters, sie alle haben mit unbeirrbarem Instinkt immer nach dem *Urstoff* gesucht, in moderner Ausdrucksweise nach dem *Uratom,* das allen Eigenschaften der gesamten Atom- und Molekülwelt zugrunde liegt. Verkleidet hat sich dieses Streben ursprünglich in groben Materialismus, in die Sucht, die „Elemente" ineinander zu verwandeln, um so aus wertlosen Dingen Kostbares, nämlich Edelmetall und Gold bereiten zu können.

Dieses vielverlästerte Ziel der Alchemisten war aber, wie wir sehen, wissenschaftlich vollkommen gerechtfertigt, und darum leuchtet es auch heute wieder lockend auf des Chemikers Pfaden. *Es muß und es wird möglich sein, allgemein verbreitete „Elemente“ zu veredeln und sie auch in Gold zu verwandeln, wenn sich nur erst einmal die Stereochemie des intraelementaren Baues bemächtigt hat.* Und man muß gestehen, daß die Wissenschaft heute durch die *Radiotik* bereits auf dem Wege dazu ist.

Der Entdeckung, daß es Elemente gibt, die auf natürlichem Wege sich in ihre Bestandteile zerlegen, hat man seit 1919 und 1920, die den Engländern *Rutherford* und *Aston* gelungene Erfindung hinzugefügt, *Elemente auch künstlich zerlegen zu können.*

Das *Radium* und seine Verwandten, das unsere Gedankengänge schon wiederholt kreuzte, steht mit an der obersten Stelle der Tabellen des Atomgewichtes (Atomgewicht 226). Es ist in den Uranerzen enthalten und scheint schon aus dem *Uran* (Atomgewicht = 238,5) durch dessen Zerfall hervorzugehen. Es ist nur außerordentlich schwer, mit *Radium* zu experimentieren, da es in überaus geringen Mengen vorhanden ist. In einem Gramm der Uranminerale beträgt sein Maximum noch nicht $^{3}/_{10\,000}$ mg, in einer Million Kubikmeter der Erdrinde sind, wie wir bereits wissen, noch nicht 8 g Radium enthalten, und man muß selbst von den daran so reichen Joachimstaler Pechblenden 7000 kg aufarbeiten, um kaum 1 Gramm zu erhalten.*)

Aus allen Radiumsalzlösungen entsteht nun von selbst ein, „*Niton*“ (früher *Radiumemanation)* genanntes Gas, das im Molekül nur ein Atom birgt und durch das Atomgewicht 220 ausgezeichnet ist. Da dieses Niton in zugeschmolzenen Röhrchen verschwindet und sich an seiner Stelle binnen einem Monat das gasförmige Element *Helium* findet (Experiment von *Ramsay* und *Soddy* von 1903), so war damit die radioaktive Umwandlung der Elemente bewiesen. Zugleich aber auch, daß die Elemente eine *Lebensdauer* besitzen.**)

Da man die Umwandlungszeit physikalisch in keiner Weise beeinflussen konnte, so kam man (Frau *Curie*) zu der Deutung, daß die radioaktiven Vorgänge mit den Molekülen nicht das Geringste zu schaffen haben, *sondern sich ausschließlich in den Atomen der Elemente abspielen.*

Begleitet werden all diese Umwandlungen von *Strahlungserscheinungen*, welche auf die Natur der Elemententransmutation ein helles Licht werfen.

Alle radioaktiven Substanzen, von denen man derzeit bereits viele kennt, besitzen dreierlei mit den griechischen Buchstaben α-, β- und γ bezeichnete Strahlen, von denen die ersten beiden sich sehr bald (vgl. *Kathodenstrahlen*

*) Der Preis dafür war schon vor dem Kriege deshalb $^{1}/_{2}$ Million Mark.

**) Man mißt sie nach der *Halbwertszeit* und versteht darunter die Tatsache, daß das Gas *Niton* binnen 3,25 Tagen, also binnen rund 4 Tagen, schon zur Hälfte zersetzt ist.

auf S. 56) als enorm schnell bewegte elektrische Teilchen von negativer (β-Strahlen) und positiver (α-Strahlen) Ladung erwiesen. Die β-Strahlen sind nichts anderes als die uns längst bekannten Elektronen, nur mit dem Unterschied, daß sie besondere, manchmal sogar Lichtgeschwindigkeit besitzen.

Die α-Teilchen können unter der Lupe als leuchtende *Szintillationen* unmittelbar beobachtet werden; sie sind es, die allen Radiumpräparaten das ständige matte Leuchten verleihen, und von ihnen stellte sich heraus, daß sie Heliumatome sind, die mit einer beträchtlichen elektrischen Ladung in den Raum hinausgeschleudert werden.

Im Gegensatz zu dieser Emanation hat das Radium eine außerordentlich lange Halbwertszeit von 1600 Jahren, was ihm angesichts der ungeheuren Wärme, die es beim Auftreffen seiner Teilchen auf andere Materie durch Umwandlung der kinetischen Energie entwickelt,*) eine außergewöhnliche Stellung im Haushalt des Menschen in dem Augenblick verleihen wird, in dem es gelingt, die Erscheinungen des Atomzerfalls künstlich zu provozieren.

Aus der Beobachtung der Halbwertszeiten ergab sich übrigens sehr bald das Vorhandensein von vielen, darin unterschiedenen, radiumähnlichen Elementen, die teilweise unsichtbar und unherstellbar, sich nur durch ihre Radioaktivität verrieten. Alle diese als *Ionium, Actinium, Protactinium, Thorium, Mesothorium, Radiothorium, Radium A, B, C', C'' usw.* unterschiedenen Elemente bilden zusammen eine unheimlich reiche Welt unfaßlicher Stoffgebilde von manchmal vielen Jahren, manchmal nur 10 bis 11 Sekunden Halbwertszeit, im allgemeinen von einer erstaunlichen Kurzlebigkeit. Sie sicherten sich sehr bald durch eine dem Chemiker alten Schlages ganz unvorstellbare Eigenschaft besondere Beachtung. Viele von ihnen (30) sind nämlich chemisch gar nicht zu unterscheiden, obwohl sie physikalisch sehr wohl voneinander getrennt werden konnten.

Auf diese Weise gesellte sich zur *Isomerie* auch noch eine *Isotopie* (vgl. S. 137), die im Jahre 1907 von *H. McCoy* und *W. Roß* in England entdeckt wurde.

Damit waren für die Chemie wieder neue Möglichkeiten gegeben. Erst jetzt fiel genügend Licht auf die sonderbare Periodizität, mit der gewisse Eigenschaften wiederkehrten, wenn man auch nach dem Vorgang des russischen Chemikers *D. Mendelejeff* die Elemente in der Reihenfolge ihrer Atomgewichte zusammenstellte. Man gelangte auf diesem Wege zu einem deshalb als *periodisch* bezeichneten System, das hier nach dem *Mendelejeff*schen Werke: „Grundlagen der Chemie" wiedergegeben ist. (Vgl. auch Abbildung 45.)

Wie bereits betont, *zeigt sich bei einer solchen Zusammenstellung, daß die Eigenschaften der Elemente sich in regelmäßiger Folge wiederholen.*

*) Hunderttausend Millionen Grammkalorien für je 226 g Radium, also etwa eine Million und mehr als die intensivste Verbrennung!

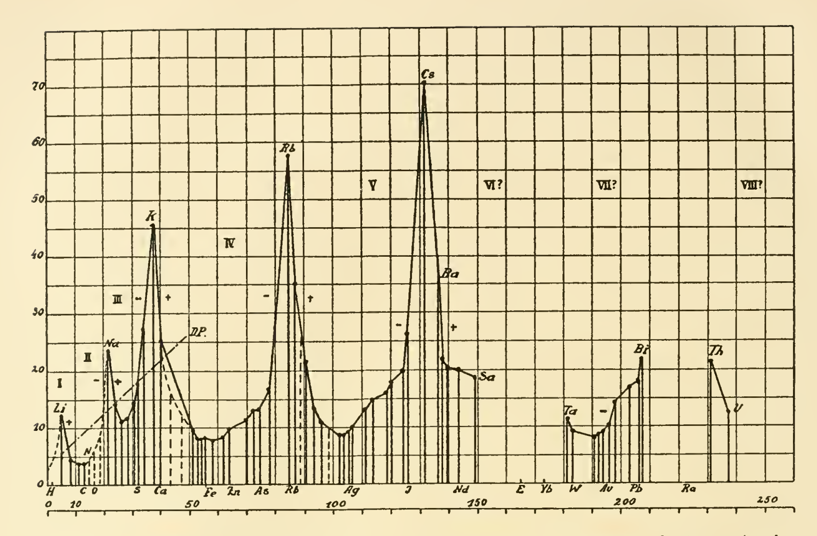


Abb. 45. Schema zur Erläuterung der Tabelle des periodischen Systems (nach L. Meyer). Die Elemente zerfallen danach in Gruppen (I—VIII) von ähnlichen Eigenschaften. DP = Grenze des Gesetzes von Dulong-Petit; + = elektropositive Elemente; — = negative Elemente; 0—70 = Atomvolumina; 0—250 = Atomgewichte

Lücken mußten in dieser Tabelle auch bald erkannt werden; aus ihr ließ sich sogar vorhersagen, welches Atomgewicht etwa noch nicht entdeckte Elemente besitzen, *auch welche Eigenschaften ihnen zukommen müßten. Tatsächlich wurde auf diese Weise das Vorhandensein* der Elemente *Scandium, Gallium* und *Germanium* prophezeit und auch nachgewiesen.

Nur darauf ist man noch nicht geraten[35]), daß die Existenz eines solchen Systems auch der Beweis für die Berechtigung eines *Stammbaumes der Elemente* sei, genau so, wie aus der periodischen Wiederkehr von Eigenschaften bei Organismen zuerst *Linné* nach einem willkürlich gewählten Merkmal — dort die Zahl der Staubgefäße, hier das Atomgewicht — ein *künstliches System* geschaffen hat, *De Candolle* aber alsbald ein natürliches System und *Lamarck-Häckel* dann den Stammbaum.

Wenn man die in obiger Tabelle untereinander stehenden Elemente (also *Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon,* die *„Edelgase" der Luft)* in allen Eigenschaften einander weit ähnlicher findet denn die sämtlichen übrigen der 81 Elemente, dann hat man doch darin die Gesetzmäßigkeit vor sich, die sich auch in dem ausdrückt, was man *„Verwandtschaft"* bei den

Reihen	Gruppen der Elemente								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	Hydrog. [H] 1.008 A -G.	—	—	—	—	—	—	—
2	Helium [He] 4,00	Lithium [Li] 6,94	Beryll. [Be] 9,1	Bor 11,0	Carbon [C] 12,00	N 14,01	O 16,00	Fluor 19,0	—
3	Neon 20,2	Na 23,00	Mg 24,32	Al 27,1	Si 28,3	P 31,04	S 32,06	Cl 35,46	—
4	Argon 39,88	K 39,10	Ca 40,07	Scandium 45,1	Titan 48,1	Vanadium 51,0	Chrom 52,0	Mangan 54,93	Fe 55,84 Cobalt 58,97
5	—	Cu 63,57	Zink 65,37	Gallium 72,5	German. 72,5	As 74,96	Selen 79,2	Br 79,92	Ni 58 Cu 63
6	Krypton 82,92	Rubidium 85,45	Strontium 87,63	Yttrium 88,7	Zirkon 90,6	Niob 93,5	Molybdän 96,0	—	Ruthenium 101,7 Rhodium 102,9 Pallad, Silber 106,7
7	—	Silber [Ag] 107,88	Cadmium 112,4	Indium 114,8	Zinn 118,7	Antimon 120,2	Tellur 127,5	Jod 126,92	
8	Xenon 130,2	Calcium 132,81	Barium 137,37	Lanthan 139,0	Cer 140,25	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	Ytterbium 173,5	—	Tantal 181,5	Wolfram 184,0	—	Osmium 190,9 Iridium 193,1 Platin [Au] 195,2
11	—	Aurum[Gold] 197,2	Quecksilber 200,6	Thallium 204,0	Blei 207,20	Wismut 208,0	—	—	
12	—	—	—	—	Thorium 232,15	—	Uran 238,2	—	—

Organismen nennt. Handelt es sich nicht um solche, dann sind Ähnlichkeiten einer biologischen Reihe nur als *Konvergenz* (gleiche technische Form aus gleicher Funktion) oder aber als *Mimikry* deutbar; in allen Fällen sind derartige Übereinstimmungen nur nach Analogie *biologischer* Gesetze zu beurteilen, da es eben Analoga hierfür nur im Reiche des Biologischen gibt. Und somit ist hier einer jener Punkte aufgedeckt, von denen ich im einleitenden Abschnitt sagte, sie würden notwendigerweise infolge der Organisation der menschlichen Erkenntnisfähigkeit auch zu einer *Biologisierung* der „anorganischen Wissenschaften", darunter auch der Chemie, führen. Einen wesentlichen Schritt auf diesem Wege bedeutet vor allem die Neuordnung und Vereinfachung des Elementbegriffes und damit des chemischen Atombegriffes durch die Leistungen von *Rutherford* und *Aston,* denen es gelang, Elemente aus dem *Mendelejeff*'schen System zu zerlegen. Mit anderen Worten: sie übertrugen die Atomzersprengung, die man am *Radium* in der Natur beobachten kann, künstlich auf andere Elemente.

E. Rutherford hat radioaktive α-Strahlen auf Stickstoffatome wirken lassen und dabei gefunden, daß Wasserstoff entsteht. Aus der Bahn der α-Strahlen, die man verfolgen kann, hat sich erkennen lassen, daß diese beim Zusammentreffen mit den Stickstoffatomen eine Ablenkung erfahren, die auf S. 104 dargestellt ist. Der einzig mögliche Schluß daraus war, daß aus den Stickstoff-Atomkernen Wasserstoffteilchen herausgeschleudert wurden, daß *Stickstoff also kein Element, sondern eine Verbindung mit Wasserstoff sei.* Gleichzeitig (1920) zeigte *F. W. Aston,* daß *Chlor* ein Gemisch zweier Elemente mit dem Atomgewicht 35 und 37 ist. Durch diese Entdeckungen, denen natürlich binnen kurzem viele ähnliche folgen werden, ist eine alte, schon im Jahre 1815 ausgesprochene Ansicht des englischen Arztes *W. Prout* wieder zu Ehren gekommen. Nach ihr soll nämlich *Wasserstoff,* der sich dem periodischen System ohnedies nicht einfügt, *die allen Elementen gemeinsame Urmaterie sein!* (Man beachte seine Stellung auf der Tabelle.) Alle schweren Atome sind nach dieser Ansicht aus einer ganzen Zahl von Wasserstoffatomen zusammengesetzt; es müßte demnach das Gesetz der Quanten, bzw. das der multiplen Proportionen, bereits für die Atomgewichte gelten. Man ist im Begriffe, das mit den neuen Methoden der Radiotik zu finden, und gerade die *Aston*'sche Entdeckung war ein gewisser Schritt dazu. Mit der Schaffung eines neuen Elementensystems, das auf dem periodischen fußt, und in das man die Elemente nach ihren *Ordnungszahlen* einträgt[36]), hat man praktisch so gehandelt, als ob bereits die *Prout*'sche Hypothese zu Recht bestünde, und so ist wieder ein großer Schritt auf dem Wege zur Vereinheitlichung des Weltbildes getan.

Noch ist das *Gesetz der Materie* nicht erkannt, aber wir nähern uns ihm, und der Tag ist nicht fern, an dem von dem *Uratom* aus die Chemie endgültig zur Mechanik der Materie wird. Nur wird man sich darüber keiner Illusion hingeben, daß sich dadurch nichts Grundlegendes ändern wird.

Die Rechnungen der Stereochemie werden nur gewissermaßen um ein Stockwerk zurückgeschoben, statt mit 92 verschiedenen Atomgewichtszahlen wird man mit einer einzigen zu rechnen haben und mit ihrer Hilfe wird man eben Elemente berechnen, nicht nur Verbindungen.

Die Umwandlung der Elemente, der alte Traum der Alchemisten, wird freilich Wirklichkeit werden, und sie wird neben der Entwertung der Edelmetalle die nutzbarsten in genügenden Mengen mit sich bringen, nämlich *Platin*, das chemisch indifferent jeder Schmelztemperatur bis zur Knallgasflamme widersteht, und *Iridium.* Ein sonstiges Interesse, Elemente herzustellen, hat man gerade nicht, da ja die wichtigsten und für das Leben unentbehrlichen, wie *Stickstoff* und *Sauerstoff* in der Luft, *Hydrogen* im Wasser, *Kohlenstoff* in der Kohlensäure, *Eisen* im Erdinnern in genügender Menge zur Verfügung stehen.

Jedenfalls ist man heute schon der Wahrheit näher als dem Gegenteil, wenn man sagt, die *Eigenschaften der Elemente seien ebenso Integrationsqualitäten* wie etwa Luft und Wasser gegenüber denen von O, H, N, oder die der *Mineralien* gegenüber denen der *Kristalle,* oder der *Gesteine* gegenüber denen der *Mineralien.*

Schon ihre enorme Verschiedenartigkeit — welche Unterschiede walten doch zwischen *Stickstoff, Gold, Kieselsäure (Silicium), Quecksilber* und *Radium* — ist ein untrügliches Anzeichen, daß die Elemente keineswegs auch elementare Seinsstufen sind. Wohl am besten bekannt von ihnen sind die Gase und deren einfachste Verbindung, das Wasser, sowie das unserem Leben unentbehrliche Gemenge, die *Luft,* das Urbild aller Gase, deren hervorstechendste Gesetzmäßigkeiten selbst dem primitiven Menschen aus eigenem Erleben geläufig geworden sind.

Von diesen Gasen ist der Sauerstoff *(Oxygen),* die „gute Luft" der alten Chemiker, vielleicht der seiner Masse nach am meisten vorhandene Stoff auf Erden. Denn auch das Wasser ist nicht, wie man von vornherein zu glauben geneigt ist, vorwiegend Wasserstoff, sondern zu 89 Prozent Oxygen. In der Atmosphäre kommt dem freien Sauerstoff fast ein Viertel zu, und viele wichtige Gesteine, wie *Kalk* oder *Sandstein,* bestehen bis zur Hälfte ihres Gewichtes daraus.

Als fast 16mal schwereres Material wie der Wasserstoff ist Oxygen in gasförmigem Zustand weder durch Farbe noch Geruch oder Geschmack (ganz entgegen seinem Namen) kenntlich, als Flüssigkeit aber ist es schwach blau, als fester Schnee schön blau und magnetisch. Das alles klingt zwar merkwürdig, ist aber eigentlich unwesentlich gegenüber der chemischen Fähigkeit dieser Substanz, sich fast mit allen Elementen (mit Ausnahme des Fluors und der Heliumreihe im periodischen System) meist unter heftigster Molekularbewegung zu verbinden. Das, was dem Urmenschen als eines der sichersten Zeichen von Dämonie erschien, so daß es bis zu den Weltanschauungen der Primitiven von heute davon untrennbar scheint, nämlich

10*

das *Feuer* mit seinen Licht- und Wärmeerscheinungen, das ist nichts als eine Erscheinung aus der Gesetzeswelt der *Oxydationen*.[37])

Stürmische Vereinigung von Oxygen mit anderen Elementen, das ist es, was man *Verbrennung* nennt, und *Flamme* heißt es, wenn das andere Element sich ebenfalls in gasförmigem Zustand befindet. Es werden dann unter Umständen Strahlen ausgesandt (leuchtende Flammen); an sich ist es aber nicht nötig, daß eine Flamme leuchte. Dem Chemiker ist es geläufig, daß die Wasserstoffflamme fast unsichtbar ist, daß ihre gesamte Verbrennungsenergie sich also in Bewegungen der Moleküle, nämlich in Wärme umwandelt. Erst wenn man die Sauerstoffzufuhr, die an sich aus der Luft erfolgt (kein Ofen und kein Licht brennt ohne Luftzug), steigert und in die Flamme ein Stück gebrannten Kalkes *(Kalklicht)* oder, wie bei dem *Auerlicht*, die Elemente *Thorium* und *Cer* bringt, dann erscheint ein sehr wesentlicher Teil der Energie als Licht, gleichwie im *Leuchtgas* Kohleteilchen glühen und leuchten.

Was nicht „brennbar" ist, das enthält entweder schon so viel Sauerstoff, als es überhaupt binden kann, und nimmt daher keinen mehr auf, — deshalb brennen z. B. die meisten Steine, auch Ziegel und Sand nicht — oder die nicht brennbaren Dinge nehmen den „Feuergeist" so bedächtig auf, daß ihre Moleküle nicht in die Bewegung geraten, durch die sie unsere Sinne reizen. Dann redet man nicht von Verbrennung, sondern nur von *Oxydation* schlechthin und findet das sehr wenig anziehend, wenn man es z. B. an dem allmählichen *Rosten* von Eisen (Formel s. S. 110) beobachtet, oder am *Faulen* des Holzes oder eines Tierkadavers, ebenso an der *Verwesung* von Pflanzenblättern, was alles nichts als sehr langsame Oxydationen, d. h. Anreicherungen mit Sauerstoff, Bildung von Oxyden sind.*)

Und doch ist wieder dieser uninteressante Vorgang Grundlage und Wesen alles Daseinsglückes, wenn er im eigenen Körper erfolgt als Anreicherung des Blutes mit Sauerstoff durch die *Atmung*, ohne die kein lebendes Wesen, die einfachste Zelle ebensowenig wie Pflanze und Tier, bestehen kann.

Was wir im Blute unter merkbarer Wärmeentwicklung — bei gewissen Pflanzen und Tieren (*Leuchtbakterien, Pilze, Leuchttiere* des Meeres) (Abb. 46) geschieht dies sogar unter Leuchten — verbrannt haben, das muß durch „Nahrung" ersetzt werden; Oxygen aber muß in den *Stoffwechsel* der Zelle eingeführt werden, weil es eben das einzige Element ist, das zu allen anderen die Brücken schlagen kann, und das auf diese Weise alles für das „Lebende" nutzbar macht.

Wunderbar schlingt sich so der Reigen der Wandlungen durch das Sein; in buntem Gewirr tanzen vor den Sinnen nicht nur die fernen Brände von Weltkörpern und Gasen, sondern auch die gleichsam als Gott das Erdenleben regelnde Licht- und Wärmeflut der Sonne; es glühen die irdischen

---

*) Der Gegensatz dazu heißt bekanntlich *Reduktion*.



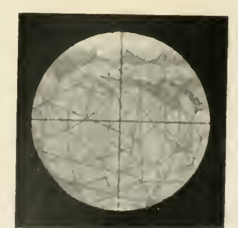
Abb. 46. Leuchtende Tiere des Meeres

Links vorn ein leuchtender Seestern (Brisinga), dahinter links die Tiefseerassel (Collosendeis), rechts ein Tiefseekrebs (Pentacheles), im Hintergrund der Krebs Nematocarcinus. (Nach Marshall)

Abb. 47. Die Planeten



Jupiter mit dem „roten Fleck"



Mars mit seiner Polarkappe und dem angeblichen Kanalnetz



Saturn mit dem „Ring"



Abb. 48. Bewölkung der Bergspitzen im Gebirge. Ansicht des Guffert in Nordtirol. Originalaufnahme

Feuer, durch die unser Geschlecht erst lernte, die kräftigsten Änderungen seiner Umwelt hervorzurufen; dem Denker leuchtet der Lampe Schein, und in der Liebenden stürmisch schlagenden Herzen steigt heiß das Flammenempfinden oxydierenden Blutes empor, und alles: Licht, Feuer, Glut, Liebe, Leben ist nichts als der Kreislauf eines Gases durch die Welt der Dinge.

So steht das Denken unbeirrt über dem Rausch der Sinne und weiß in *einem* Begriff das ganze Erleben, das aus hundert Quellen zusammenfließt, zu meistern. Diese Vereinfachung des Verwirrenden und Tausendfachen ist der wahre biologische Sinn des Denkens, seine Rechtfertigung und Legitimierung vor dem Richterstuhl des Lebens. Wenn es das nicht leistet, dann ist es für den Organismus eher schädlich, wenn es aber die Verwirrung der Sinne zu bändigen weiß und das Handeln in die Richtungen lenkt, in die jene wenigen großen, einfachen Weltgesetze den Strom des Seins drängen, dann winkt ihm der göttergleiche Lohn: die Harmonie mit dem All und dadurch volle Erfüllung des Seins und Dauer. Dann hat Denken wieder einmal als die Krone aller Lebensbetätigung die Wertschätzung erlangt, die den Denker trotz der zahllosen Irrwege, in die sich der Menschengeist ununterbrochen verläuft, doch zum wahren Fürsten des Menschengeschlechts erhebt.

Mit dem Sauerstoff, dem Stammvater der zahllosen *Oxyde*, mischt sich nun in unausdenkbaren Mengen *Nitrogen*. Es ist die zweite Säule, auf der das Weltgebäude ruht. Seinen deutschen Namen *Stickstoff* rechtfertigt dieses Element weidlich, da sowohl Atmung wie Verbrennung in ihm erstickt. Und dennoch kann kein Leben ohne Stickstoff sein; im Plasma macht er 15 Prozent des Gewichtes aus.

In unserer Zoësis erscheint Nitrogen als farbloses, geschmack- und geruchloses Gas, aber bei der Temperatur des Weltraumes wird es zur wasserklaren Flüssigkeit, die bei noch tieferen Temperaturen als — 214° zu Schnee gefriert.

Unser Leben, ja alles Leben ist ein Stickstoffproblem, und kein Satz der Volkswirtschaftslehre ist richtiger als der: *Je mehr Stickstoff in den Boden kommt, desto besser gestaltet sich die Ernährung.* Stickstoff muß der Pflanze dargeboten werden, damit sie wächst, und ohne Eiweiß wäre des Menschen Dasein keine vier Wochen aufrechtzuerhalten.

Stickstoff muß sich also irgendwie mit dem zentralsten Punkt des Lebensproblems verbinden. Aber trotz dieser enormen Bedeutung weiß man nichts davon als gerade das eine Unverständliche, daß, so reaktionsfähig viele Verbindungen des Nitrogens auch sind, das Element selbst es starr ablehnt, Verbindungen einzugehen. Übte nicht die *Biotechnik der Pflanze*, im besonderen die gewisser *Bodenalgen* und *Spaltpilze* jenes richtige Handeln, das uns versagt ist, nie wäre Menschen- und Tierleben auf dem Festlande möglich gewesen. Es ist erst ein höchst bescheidener Anfang, wenn seit einem Jahrzehnt die unausdenkbare Menge des atmosphärischen Stickstoffes, der 78,06 Prozent der Luftmenge ausmacht, zur Herstellung von Stickstoff-

verbindungen, namentlich von *Kalkstickstoff* verwendet wird, der dann als Düngemittel Verwendung findet.

Es wäre trotzdem kein Pflanzenleben möglich, würden nicht die Stickstoff bildenden *(nitrifizierenden)* Algen und Pilze sowohl den freien Stickstoff der Bodenluft speichern und in Verbindungen überführen, wie auch aus den *Nitriten*, welche die grüne Pflanze nicht aufnehmen kann, diejenigen Stickstoffderivate *(Nitrate)* bilden, aus denen sich die Gewächse der Wälder, Wiesen und Felder ernähren.

Hunderttausende und Millionen dieser winzigen Stickstoffchemiker gibt es in jedem Fingerhut fruchtbarer Erde, und nur dadurch ist das grüne Kleid der Erde gesichert.[38])

Das ist die eine große Gesetzmäßigkeit, durch die sich Stickstoff mit dem Weltall verkettet; in die andere, die seinen Zusammenhang mit dem Leben regelt, sieht noch kein Intellekt hinein. Hier ist eine schmerzliche Lücke im Weltbild. Eine dritte, deren Sinn ebenfalls noch unergründet blieb, ist die kolossale Menge freien Stickstoffes, welche die Erde im Gemenge mit *Sauerstoff*, *Kohlendioxyd*, viel *Wasserdampf* und *Ammoniumnitrat* und den *Edelgasen (Argon, Krypton, Neon* und *Xenon* sowie *Helium)* als elastischer Mantel umgibt.

Die Existenz dieser mit *Staub* beladenen sog. *Atmosphäre*, in der sich der Wasserdampf als wechselnde, luftige Wolkengestaltung ausscheidet und in stetem Kreislauf als *Regen* und *Schnee*, Verdunstungsfeuchtigkeit und Wolkenspiel den Himmel mit unerschöpflichen Schönheiten schmückt, ist sogar den denkenden Köpfen von je als selbstverständlich vorgekommen, während sich doch an ihr Sein die tiefsinnigsten Fragen knüpfen. (Abb. 49.)

Da es Himmelskörper mit viel geringerer *(Mars)* oder gar keiner Atmosphäre *(Mond)* oder mit einer viel dichteren *(Venus)* gibt, ist ihre Existenz an Zeit und an die Gesetze von Produktion und Konsumtion gebunden. Wir kennen nun sehr wohl Konsumenten der atmosphärischen Stoffe, kaum aber — mit einer Ausnahme — Produzenten. Der Wasserdampf bleibt in seiner Gesamtmenge nicht konstant; unausgesetzt werden große Mengen Wasser als *„Kristallwasser“* und *Bergfeuchtigkeit* von der Erdrinde chemisch gebunden; sie versickern gewissermaßen, ohne jemals wieder die Reise in die Luft antreten zu können. Auch der freie Stickstoff wird langsamer zwar, doch ebenso beständig vom Leben vermindert, und in diesem Sinne kann wohl gesagt werden, daß der Luftkreis das große Reservoir des Lebens darstelle, das eines Tages verbraucht sein wird.

Der Sauerstoff wird zwar durch das Atmen von Tier und Pflanze, sowie durch die Verbrennungen und Oxydationen verbraucht, aber durch die chemische Tätigkeit der Pflanzenwelt und ebensoviele Reduktionen kehrt er wieder, so daß seine Menge wohl nicht merkbar wechselt. Dafür tritt uns hier wiederum einer der großen *weltgesetzlichen Kreisläufe* entgegen, auf denen die Dauer des Seins ruht.

Auch das *Kohlendioxyd* (CO_2), fälschlich *Kohlensäure* genannt, beschreibt nur einen ständigen Kreislauf. Aus *Vulkanen*, *Mofetten* und *kohlensauren Quellen*, sowie aus den Vorgängen der *Humus*bildung strömt es ständig in die Atmosphäre, gleichwie aus dem Atmungsprozeß der Lebenden, es wird aber ebenso unablässig von der Pflanzenwelt immer wieder für ihre Ernährung verbraucht. Wenn es über dem Meer etwa 3‰ der gesamten Luftmenge beträgt, so ändert sich das über großen Wäldern in keiner merkbaren Weise, wohl aber in den großen Städten, wo durch Fabrikschornsteine und Hausbrand noch mehr Kohlendioxyd angehäuft wird, als durch das Atmen der Menschen. Hier steigt der „Kohlensäuregehalt" bis auf 6—7‰ und in den Räumen, wo viele Menschen beisammen sind, wie im Theater, in Schulen oder Bibliotheks-Lesesälen, kann man sogar 5% messen. Das ist nicht nur schädlich, sondern auch merkbar als Ermüdung, Kopfschmerz und Herabsetzung der geistigen Spannkraft.

Die Gesetzlichkeit der Atmosphäre ist also von vornherein keine konstante; so, wie Zeiten kommen werden, in denen die Erde noch weit trockener sein wird als heute, da die *Wüsten* und *Steppen* auf ihr ohnedies einen größeren Raum beanspruchen als die fruchtbaren Gebiete, in denen auch der Stickstoffhaushalt des Lebens nicht immer so unbeschränkt sein kann wie derzeit, so muß es auch Zeiten gegeben haben, in denen die Atmosphäre weit mehr Wasserdampf getragen hat als heute. Für alle diese Gedanken bieten die Himmelsgefährten der Erde Vergleichspunkte. *Venus* und *Jupiter* sind beide durch das Teleskop so weit erkennbar, daß man die fast ständige Wolkenverschleierung ihrer Oberfläche erkennen kann, während auf der Erde kaum mehr als ein Drittel ihrer Oberfläche gleichzeitig bedeckt sein könnte. Auf dem *Jupiter* (Abb. 47) scheint überhaupt der jedem Anfänger in der Astronomie bekannte „rote Fleck" die einzige Stelle zu sein, an der das Auge etwas von seiner wahren Beschaffenheit erblickt.

Dagegen ist die Seite des *Mondes*, die ständig der Erde zugekehrt ist, überhaupt wolkenlos. Und auch das, was wir vom *Mars* wahrnehmen, kann nur in der Richtung gedeutet werden, daß zwar Wasser da ist (vergl. Abb. 47), sonst wären die mit den Jahreszeiten wechselnden, weißen Kalotten an seinen Polen nicht zu deuten, daß aber er, der an Alter der Erde Überlegene, nicht über jene Wasserwüsten verfügt, die $^2/_3$ der Erdkugel bedecken. Man muß ihn vielmehr für den Wüstenplaneten halten, was dem brennenden Rot zustimmt, in dessen Farbe er in unsere Nacht niederblickt. Und doch weiß niemand Antwort auf die Frage, woher die ursprünglichen Gasmassen der Atmosphäre stammen, obzwar sich manches jetzt doch dazu verdichtet, in ihnen Überbleibsel des kosmogenetischen Prozesses selbst zu sehen. Die Erforschung der Luft mit Drachen und Registrierballonen hat allmählich unter Zuhilfenahme astronomischer Beobachtungen eine *Physik der Atmosphäre* an die Stelle der alten *Meteorologie* gesetzt, die doch zu wenig Raum umspannte, um auf das Ganze schließen zu dürfen.

Die Ballonaufstiege brachten mit ihren selbstregistrierenden Instrumenten aus der höchsten erreichten Höhe von 30 km die sehr überraschende Tatsache, daß die jedem Bergsteiger wohlbekannte *Temperaturabnahme* mit zunehmender Höhe in etwa 11 km Höhe ihre Grenze erreicht. Von da ab bis zu 30 km war es gleichmäßig kalt. Die Temperatur von — 55 wurde nicht mehr unterboten. Und da eine 20 km breite Luftschicht von feststehender Temperatur alle aufsteigenden Luftströmungen verhindern muß, so ist es wahrscheinlicher, daß die Ruhe bis zu den Grenzen der Atmosphäre reicht, als daß das Gegenteil gilt.

Scharf scheidet sich dadurch eine *Troposphäre* (vgl. Abb. 49), in der sich das Leben aufhält, von einer keine Temperaturänderungen erleidenden und darum ewig unbewegten *Stratosphäre*, die sich in kristallener Klarheit darüber lagert. Denn die Messungen der Wolkenhöhe ergaben, daß alles, was man unter dem Sammelnamen *Wetter* zusammenfaßt, sich noch immer in der Troposphäre abspielt; sowohl die Temperaturschwankungen und die durch sie erzeugten *Winde*, wie auch das Spiel der *Wolken*, von denen die tiefsten, welche auch noch unsere Bergesspitzen umnebeln, in einer Höhe von wenigen hundert Metern schweben (Abb. 48), während noch an den oberen Grenzen der Troposphäre Eiswolken aus blitzenden, blendend weißen Kristallnadeln, die der Volksmund *Schäfchen (Cirrus)* nennt, ihre Reihen

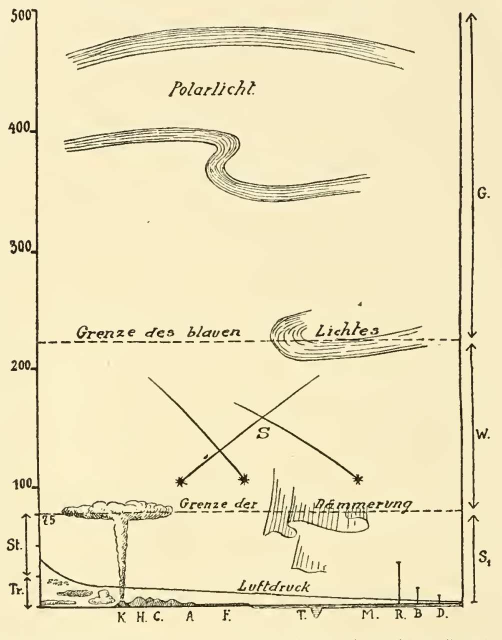


Abb. 49. Der Aufbau der Erdrinde und ihre Atmosphäre, die mit 500 km Höhe angenommen wurde. Bedeutung der Buchstaben: A = Höhe der Alpen; B = Höhe der bemannten Ballonaufstiege; C = Höhe der Kordilleren; D = Höhe der Drachenaufstiege; F = Durchschnittliche Höhe des Festlandes; G = Geocoroniumsphäre; H = Höhe des Himalaya; K = Höhe der leuchtenden Nachtwolken beim Krakatau-Ausbruch, daneben die 4 Typen der Wolkenbedeckung (Cumulus, Stratocumulus, Stratus und als höchste die Cirruswolken); M = Durchschnittliche Tiefe des Weltmeeres; R = Höhe der registrierenden Ballon-Aufstiege; S = Sternschnuppen; S_1 = Stratosphäre; St = Stickstoffsphäre; T = Größte Tiefe der Ozeane; Tr = Troposphäre; W = Wasserstoffsphäre. (Original.)

aufstellen können. Darüber hinaus leuchtet ungetrübt Sonnenglanz und Sternenschein in allen Tagen und Nächten. (Vgl. Abb. 49.)

Überdenkt man aber diese Schicht, so wird man sich bald darüber klar sein, daß sich in ihr notwendigerweise eine Schichtung einstellen muß. Der leichte Wasserstoff muß in die Höhe steigen, hat er doch Atomgewicht 1, der 14 mal schwerere Stickstoff muß unten bleiben. Schon in 70 km Höhe muß der Stickstoffgehalt der Lufthülle von 77% auf 20% sinken. Als Beweis dieser rechnerischen Behauptung sieht man am Abendhimmel, wenn die Sonne etwa 17 Grad unter dem Horizont steht, ihre Strahlen also nur die Luft in 70 km Höhe beleuchten, ein plötzliches, sprunghaftes Sinken der Beleuchtungsintensität, was jedermann jeden Tag etwa eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang selbst nachprüfen kann. Man merkt daran, daß die Luft dort oben das Sonnenlicht anders reflektiert, daß sie also auch anders beschaffen sein muß. Ähnliche Beweise ließen sich aus dem Verhalten der *Polarlichter* ableiten, die von 500 km Höhe bis zu 70 km in ihrem Spektrum viele Wasserstofflinien zeigen, reichen sie aber tiefer herab, so sind sie in zunehmendem Maße mit Stickstofflinien durchsetzt. (Vgl. Abb. 49.)

Aber auch damit ist der Bau der Luft nicht ganz beschrieben. Jenseits der Wasserstoffatmosphäre gibt es noch etwas. Im Spektrum der Polarlichter zeigt sich gerade in 400—500 km Höhe jene leuchtend grüne Linie, die man in der *Sonnenatmosphäre* gefunden hat (A. Wegener), und die man dort einem überaus leichten Gase *(Coronium)* zuschreibt. Ob man es nun auf der Erde, deren Atmosphäre es von etwa 200 km an bildet, *Geocoronium* nennen, oder es mit dem Coronium der Sonne überhaupt gleichsetzen soll, ob dieses *Coronium*, wie aus Verschiedenem zu schließen ist, das ganze *Sonnensystem* bis an seine Grenzen erfüllt, das wird erst in Zukunft entschieden werden. Dann erst wird auch der feste Boden vorhanden sein, um sich der Frage zu nähern, die uns bei allen diesen Erfahrungen ständig auf den Lippen schwebt, nämlich: aus welcher Notwendigkeit sind diese Gashüllen da, und was bedeuten sie fürs Weltganze? Leicht schwingt sich die Phantasie auf, in ihnen Reste der Weltnebel zu sehen; gern erinnert sie sich an die *Plejaden* (Abb. 19), die in einem Nebelmeer schweben, reimt sich damit zusammen, daß wir Sonnen kennen gelernt haben, die aus bloßem Wasserstoff bestehen, und denkt daran, daß Wasserstoff das meiste Anrecht hat, als der Urstoff zu gelten, aus dem sich alle anderen Elemente und damit auch das ganze materielle Sein aufbauen konnte — begeistert greift die Einbildungskraft nach dem so rasch auftauchenden Bilde einer einheitlichen chemischen Naturauffassung —, aber da zerflattert auch schon wieder alles. Gesetzzusammenhänge sind das nicht, und nicht einmal das vermögen wir zu sagen, ob und wann unsere Frage ernste Beantwortung finden kann. Wohl aber locken hier ferne Sterne den Forscher.

Ganz andere Sicherheiten hat dagegen das Erkennen in der zoëtischen Schicht der Atmosphäre. Daß eine solche ungeheure Gassäule nicht ohne

Gewicht sein kann, wird niemand bezweifeln. Der Begriff *Luftdruck* ist sogar schon den Schuljungen geläufig. Das Gesamtgewicht der Lufthülle hat man schon vor den neuen Erweiterungen des Wissens auf 5 Trillionen kg geschätzt; es ist natürlich in Wirklichkeit noch weit mehr. Die alltägliche Redeweise spielt mit diesem unvorstellbaren Gewicht wie mit etwas ihr ganz Vertrautem. „Ich bin heute arbeitsunlustig," sagt sie, „denn es ist tiefer Luftdruck." Aber sie irrt sich gründlich damit. Das Tief soll nur die Stelle angeben, an der das Quecksilber der Barometersäule an solchen Tagen der „*Minima*" stehen bleibt; in Wahrheit ist gerade dann die Luft verdünnt und leichter; darum kann in das entstandene „*Vakuum*" schwere und kältere Luft einströmen. Das geschieht auch, und der Wind bringt Regen.

Da die Luft aus Gasgemengen besteht, so sind ihre Teile überaus leicht verschiebbar, so daß sie schon bei der geringsten Temperaturdifferenz sich verlagern und daher in stetem Strömen und Fließen begriffen sind. Das ist unseren Sinnen wohl merklich; den Sinneseindruck nennen wir Lüftchen, *Wind,* Sturm (vgl. Abb. 50), Orkan, je nachdem die Luftbewegung 0,5—50 Meter in der Sekunde zurücklegt.[39]) Diese Bewegung hat alles das zur Folge, was man gemeinhein mit dem Begriff *Wetter* verbindet, also Bewölkung, Niederschläge (als Regen und Schnee), *Gewitter* und *Hagel,* wobei es längst klar geworden ist, daß die Luft als solche unfähig zur Ausscheidung ihrer Feuchtigkeit wäre, würde nicht in ihr ständig *Staub* schweben.

Dieser Staub ist keineswegs etwa an die Umgebung der Städte und schlecht gepflegten Landstraßen gebunden, sondern ist eine notwendige Begleiterscheinung der *Verwitterung* der gesamten Erdrinde, deren letztes Stadium er darstellt. Nicht nur für die Menschen, sondern auch für die Berge gilt das alte mahnende Wort: aus Staub bist du, und zu Staub sollst du werden. Die feinste mechanische Zerlösung, deren ein Gestein unter dem Einfluß von Wasser, Sonnenhitze und Wind fähig ist, bringt Staubkörnchen hervor, und es ist eine unterhaltsame Beschäftigung, einmal den Staub der Landstraßen, das andere Mal den von einer schlecht gereinigten Schrankkante unter dem Mikroskop zu studieren.

Straßenstaub ist eine Musterkarte der *Petrographie* im kleinsten Maßstabe. Alles, was die Gebirge zusammensetzt, findet sich darin wieder: Quarzkörnchen, Glimmerschüppchen, metallische Teilchen, winzige Kristalle, die *Zeolithe* der Feldspatverwitterung, auf welche erst die Kolloidforschung aufmerksam gemacht hat, *Olivin,* oder, und das gilt auch von dem überall vorkommenden *Luftplankton,* eine schöne und anziehende Lebewelt von Kieselalgen, Wurzelfüßlern, Pilzsporen, Eiern von Kleintieren und Bakterien, die mit dem *Edaphon* (vgl. Bd. II) der Lebenwelt des Bodens in engstem Zusammenhang steht. Immer wieder, und das gilt auch von dem über dem Meere (es gibt *Staubmeere,* die dick davon überweht sind) aufgefangenen Staub, sind darin winzigste Bruchstücke fremder Weltkörper, immer sieht man Eisen und die ausgebrannten Partikelchen des *Meteor-*

staubes, der ständig aus dem Himmelsraum in solchen Massen auf die Erde niederregnet, daß man seine tägliche Menge auf 10 000 Tonnen geschätzt hat. Offenbar schwebt er um die ganze Erde bis zu den höchsten Regionen ihrer Lufthülle; er ist es, der sich wie ein Kolloid im Dispersoid der Atmosphäre verhält und vielleicht die Lichtbrechung bewirkt, die dem Menschenauge die traurige Öde des Himmels so hoffnungsblau erscheinen läßt.

In den Wohnräumen hat der Staub eine andere Zusammensetzung. Er enthält mehr Staub von Eisen, Zement, Glas, vor allem Rußflöckchen, die schädlichen Öltröpfchen der unvollkommenen Verbrennung, Woll- und Baumwollfäden, Mistteilchen und immer wieder Keime, aber solche häßlicher, manchmal sogar gefährlicher Art. Jede Infektionskrankheit, zunächst die Geißel der modernen Menschheit, die *Tuberkulose,* wandert mit dem Staub. Dann sind Fäulnisbakterien, Schimmelpilzsporen und Pilzfäden, Infusorienkeime, allerlei abscheuliche Eier, sogar ganze wohlverpackte Rädertiere und Würmer darin, die wir ständig schlucken, daher besser kennen sollten.

Diese Staubteilchen sind nun die Ursache des *Nebels,* damit auch der *Wolken,* denn Wolken sind nur höher schwebende Nebel; sie sind auch die Ursache des Regens. Wenn man staubfreie Luft mit Wasser sättigt und dann abkühlt, entsteht kein Nebel. Wohl aber, wenn man das Experiment mit staubiger Luft wiederholt. So hat man sich überzeugt, daß die Staubteilchen die Kerne bilden, um die sich die Luftfeuchtigkeit niederschlägt. Man hat diese Kerne sogar gezählt und in einem Kubikzentimeter Luft im Freien bei schönem Wetter 130 000 gefunden. In Wohnräumen wechselte ihre Zahl vom Fußboden bis zur Decke von fast zwei- bis fünfeinhalb Millionen und in der Luft über einer Flamme (Rußteilchen!) betrug sie dreißig Millionen.

Dadurch war mit einem Schlag erklärt, warum in den großen Städten die Bevölkerung mehr unter Regen und namentlich Nebeln leidet als die Landbewohner, und warum die Nebel von *London* oder *Hamburg, Chemnitz* und anderen Fabrikstädten, auch von *Paris* sprichwörtlich geworden sind. Natürlich gehört zur Nebel- und Wolkenbildung immer auch noch eine Abkühlung der wasserdampfhaltigen Luft. Besonders häufig ist hierbei die Situation, daß warme, daher aufsteigende und feuchte, also dichte Luftmassen in höher liegende, kältere Regionen gelangen, worauf das Spiel um die Kerne beginnt. Das kann man an jedem schönen Sommertag an den steil emporgetürmten *Cumulus*wolken sehen. (Abb. 49.)

Die Vorbedingung der *Wolkenbildung* ist demnach der Temperaturunterschied und, da er auch den *Wind* hervorruft, ist sozusagen das zentrale Verständnis der ganzen Wetterfrage erzielt, wenn man die Ursache der atmosphärischen Temperaturunterschiede kennt. Da ist zunächst die Drehung der Erde, die sich als Gang der Sonne äußert. Abends sinkt die Temperatur; dadurch erhebt sich der *Abendwind* und mit ihm treten Veränderungen am Firmament ein. Auch tagsüber beeinflußt die Erde die unteren Luftschichten durch Erwärmung, da sie die leuchtenden Sonnenstrahlen in dunkle Wärme-

strahlen umwandelt, für welche die Luft wenig durchlässig ist. Das ist die Ursache, warum die höchsten Tagestemperaturen nicht um 12 Uhr, sondern erst zwischen 1—2 Uhr, die kälteste erst nach Sonnenaufgang, die heißeste und die kälteste Jahrestemperatur nicht im Juni und Dezember, sondern im Juli und Januar gemessen werden. Danach mag man sich auch den Gang der Bewölkung und das Auffrischen und Abflauen der Winde selbst ausmalen, soweit sie lokale Bedeutung haben. Von ihnen aus gehen die Wirkungen freilich weiter; es entstehen die Stellen verdünnter Luft, die zu den Luftströmen und damit zu Witterungsänderungen Anlaß geben; in einem verzweigten Netz vieler, ineinandergreifender Vorgänge spielt sich eine Molekularmechanik der Luftgase ab, die wir jeden Augenblick erleben, und die prinzipiell auch berechenbar ist. Nur können die Rechnungen wegen der in jeder Minute sich ändernden *Variation* der Faktoren praktisch nicht ausgeführt, sondern es können nur nach den Prinzipien der Wahrscheinlichkeit häufig vorkommende Typen bestimmt werden.

Das ist das Um und Auf der *Meteorologie*, Vorzug und Nachteil der *Wetterprognose.*

An diesen Molekularbewegungen, die als letztes Ziel des Wissenszweiges eine Mechanik der Luft voranleuchten lassen, beteiligen sich nun nicht Oxygen, Wasserdampf und Kohlendioxyde nebst den Staubteilchen allein, sondern auch noch eine Anzahl *Edelgase*, wie das schwere *Argon*, das man nicht umsonst das „Träge“ nannte, da es keine Verbindung eingeht, sowie die ähnlichen, einatomigen Gase *Helium*, *Neon*, *Krypton*, *Xenon*, die alle völlig inaktiv sind, und deren Rolle im Weltganzen noch vollkommen ungeklärt ist.[40]) Nur das eine weiß man von ihnen, sowie von der „Luft“: daß sie Zeugen dafür sind, daß der Weltenraum nicht die Temperatur von — 185° besitzen kann, denn bei dieser wird Luft mit allen ihren Gasen (außer dem *Helium*) flüssig.

Das Gleiche gilt auch für die Wasserstoffatmosphäre, von der bis in unsere Atemluft Teilchen (1 in 30 000) vorhanden sind, während sie in allen Sternspektren ein regelmäßiger, manchmal sogar der ausschlaggebende Bestandteil ist. *Wasserstoff ist daher jedenfalls einer der wichtigsten Bestandteile der Welt*, wenn er nicht, wie ich glaube genügend hervorgehoben zu haben, überhaupt der Urstoff der materiellen Welt ist. Dort, wo man ihn quantitativ besonders vertreten glaubt, im Wasser, da sind nur 11% der Masse Hydrogen, aber er ist fast in allen Gesteinen da und ein nie fehlender Bestandteil des pflanzlichen und tierischen Körpers. Warum er der unbedingt notwendige Bestandteil aller *Säuren* ist, darüber gibt es gar kein Bild. Chemie ist ja überhaupt, abgesehen von ihrer synthetischen Kunstfertigkeit, heute noch immer eine beschreibende anstatt einer erklärenden Wissenschaft. Zahllose Erfahrungen hat sie gesammelt, aber fast alle verwirklichen das Schema: Es ist so, und warum es so ist, weiß man nicht. Das Weltbild des Chemikers ist wohl ein Spiegel des Seins, aber



Abb. 50. Seesturm von Andreas Achenbach. Nach der Lithographie von Piloty & Loehle, München
Zugleich als Beispiel für Abrasion und Geröllbildung durch die Meeresbrandung (Original in der Neuen Pinakothek zu München)

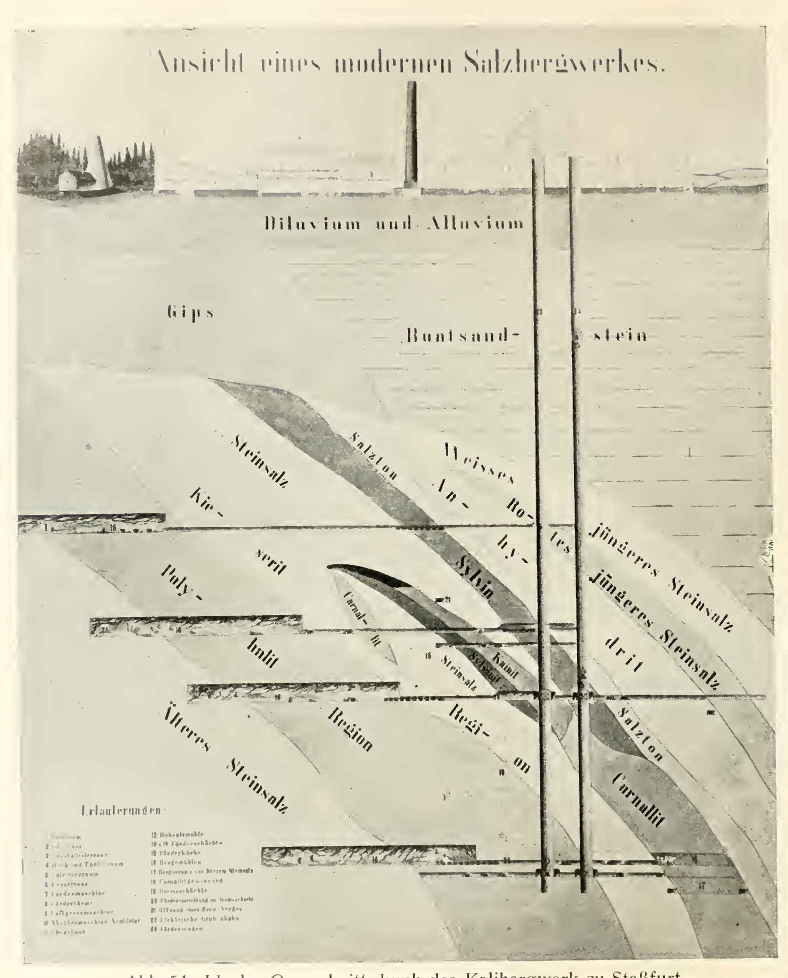


Abb. 51. Idealer Querschnitt durch das Kalibergwerk zu Staßfurt

Es werden hauptsächlich die kalihaltigen Abraumsalze (Carnallit, Kainit, Polyhalit) abgebaut, die zwischen und über dem Steinsalz lagern. (Nach einer Originalzeichnung im Deutschen Museum in München)

dieser Spiegel ist in tausend Scherben zerbrochen, und wie im Puzzle-Spiel müht man sich erst darum, die richtigen Zusammenhänge zu finden.

Wäre der Spiegel wieder vollständig, dann müßte der Geist, der in ihn blickt, gleich einem neuen Prometheus nicht Menschen, wohl aber alle Materien aus dem Urstoff der Welt erbauen können. Daraus, wie traumhaft solche Hoffnung von dem Chemiker beurteilt wird, mag man ermessen, wie anfängerhaft sein Scherbenspiel heute noch sein muß. Es ermüdet den, der sich ihm fragend nähert, mit Merkstoff sonder Ende und entläßt ihn ohne andere denn materielle Werte, weshalb auch der Materialismus jeder Zeit stets aus der Chemie entstand und von niemandem eifriger denn von Chemikern gepflegt wurde.

Der Chemiker sagt uns, das letzte der wichtigen Gase der Welt, *Chlor*, sei zwar unendlich weit verbreitet (z. B. als *Salze* verschiedener Art) — außer mit Elementen arbeiten die Chemiker fast nur mit Salzen —, komme aber frei in der Natur überhaupt nicht vor. Alles Chlor ist bereits gebunden. Wenn man das selbstverständlich findet angesichts dessen, daß es fast mit allen Elementen Verbindungen eingeht, dann ist wieder unverständlich, warum das ebenso agile Oxygen in ungeheueren Mengen frei den Erdball umkreist. Es nützt nichts, darüber nachzudenken; aller Ecken fehlen die Zusammenhänge, und man weiß nicht, soll man enttäuscht oder hoffnungsfroh sagen: Chemie ist erst eine Wissenschaft der Zukunft!

Eines der Salze muß aber trotzdem der Kopf sich merken, der die Gesetze der Welt erfassen will, denn es hängt in irgendeiner Weise aufs engste mit dem Leben zusammen. Das ist das Kochsalz (NaCl), eines von tausenden, eine gleichgebaute Verbindung des Erdmetalls *Natrium*, das ebenfalls auf Erden nicht rein, glühend aber auf den Sternen vorkommt.

Praktisch genommen ist in allem, was wir in die Hand nehmen, Kochsalz. Denn wir sind durchtränkt mit Kochsalzlösung und teilen das mit allem Lebendigen. Unser Blut ist eine 0,89prozentige Kochsalzlösung, eine ebensolche ist das Wasser des Protoplasmas. Wir enthalten etwa 1% Kochsalz, und das ist die einfache Erklärung dafür, daß man herausgeschnittene Herzen in Kochsalzlösung weiterpulsieren lassen mag, vom Körper abgetrennte Gewebe sogar monatelang darin bei Leben und Wachstum erhalten kann. Eine *Kochsalztransfusion* hat Unzähligen im Kriege und nach Operationsblutverlusten Leben und Gesundheit wiedergegeben. Die belebende Wirkung der Salzlösungen bezeugen Badeorte und Heilmittel, und die Zukunft birgt darin noch manches. Dieses Kochsalz ist zu 2,8% im Rückstand jedes Meerwassers vorhanden. Dorthin kommt es aus der Erde selbst; schon alle Quellen führen eine winzige Menge davon und häufen Körnchen um Körnchen im goßen Becken, in dem ihre Laufbahn zur Ruhe kommt. Freilich ist das keine Erklärung, sondern man greift hier nur an einem beliebigen Punkt in *einen der großen Kreisläufe der Natur* hinein. Quellen und Sickerwasser beladen sich mit Kochsalz aus den einstigen Niederschlägen (Sedi-

menten) gewesener Meere, die sich tief in den Gebirgen (die *Hallorte* der Alpen, am Harzrand, sowie in Nordamerika und Persien) verbergen.

Nie hat man noch *Steinsalz* und die ihm verwandten *Edelsalze*, oder den von ihnen untrennbaren *Gips* (der auch im Ozean zu 0,75% gelöst ist) gefunden), ohne daß sie geschichtet gewesen wären (Abb. 51) und dadurch verraten hätten, sie seien *Sedimente*, d. h. Wasserabsätze. Alle Sedimente enthalten etwa 1% Salze. (J. Walther.)

Es reduzierte sich also das Steinsalzproblem auf die Frage, woher stammt die Salzmenge des Urmeeres, wenn sich nicht inzwischen auch herausgestellt hätte, daß auch die meisten kristallinischen, also dem Erdkern angehörigen Gesteine Chlorminerale enthielten. Sogar die Vulkane holen aus dem Erdinnern *Chloride*, besonders *Kochsalz* in solchen Mengen herauf, daß 1822 die Vesuvbewohner ihren Haushaltbedarf aus dem Krater deckten. Aus alledem ergibt sich etwa folgendes Bild:

Die Bindung des freien Chlors hat bereits gelegentlich der Bildung der Erde selbst stattgefunden, und das Urmeer war einst im wesentlichen salzfrei. Sein heutiger Salzgehalt (von durchschnittlich 3,53%), der so groß ist, daß er den gesamten Meeresboden mit einer 57 Meter dicken Schicht bedecken würde und der unter Umständen, wie im *Suezkanal*, bis zu 6% steigen kann, ist einfach ein Index für die Länge der Zeit, seit der es Flüsse und Quellen gibt, welche die Erdrinde auslaugen. Das Bedürfnis des Organismus nach Salz scheint eine Anpassung an seine Vergangenheit und an seine relativ weit zurückliegende Herkunft aus dem Meere zu sein.

Zu den *Metallen*, deren Verbindung mit Chlor hier soeben betrachtet wurde, gehören außer dem *Natrium* eine ganze Reihe von Elementen, denen im Bau der Welt wichtige Aufgaben zugewiesen sind. Dies beanspruchen sie schon durch die Mengen, in denen sie vorkommen, und die man auch bei vorsichtiger Schätzung auf etwa zwei Drittel des gesamten Erdvolumens veranschlagen kann.

Bereits früher wurde erwähnt, alles deute darauf hin, daß man sich den Erdkern als aus Eisen und Gold bestehend vorstellen müsse; jetzt läßt sich diese Vorstellung dahin ergänzen, daß der *Bau des Sonnensystems* im großen und ganzen etwa so sein könne wie im folgenden dargelegt ist. In einer gemeinsamen Grundmasse von Gasen haben sich Zentren gebildet, die mit spezifischen Gashüllen verschiedener Natur umgeben sind. Von diesen Zentren ist wenigstens die Erde nach Art einer Frucht mit einer Schale sehr differenter und verschieden leichter Gesteine und Flüssigkeiten umgeben, die einen schweren und metallischen Kern umschließt. Angesichts des sonst gemeinsamen Baues und des gemeinsamen Ursprunges der übrigen Zentren ist das gleiche auch für sie bis zum Beweis des Gegenteiles vorauszusetzen.

Die Metalle, deren Bedeutung sich durch dieses Bild wohl genügend einprägt, sind unter sich nun vom *Lithium* mit nur 0,59 spezifischem Gewicht bis zum schwersten *Platin*metall, dem *Osmium* (mit 22,5 spezifischem Ge-

wicht) eine Welt größter Vielfältigkeit, deren Eigenschaften teils zu den alltäglichsten Erfahrungen gehören, teils aber so phantastisch und wenig bekannt sind, daß ihre Schilderung anmutet wie ein Roman aus anderen Welten. Nur eine Eigenschaft teilen sie alle, wie die Metalle auch heißen mögen: *ob Kalium, Kalzium, Aluminium, Quecksilber, Natrium* oder *Blei, Silber* oder *Eisen, Mangan* oder *Radium*, sie besitzen „*Metallglanz*". Die meisten sind in Pulverform zwar schwarz, in kompakten Stücken gewöhnlich silberweiß, so daß das „rote" *Gold* und *Kupfer* eine auffällige Ausnahme darstellen. Gemeinsam ist ihnen auch die Kristallgestalt, und daß sie den höchsten Grad von Organisation innerhalb der molekularen Welt erreicht haben, wird bezeugt durch den Umstand, daß sie fast alle dem regulären Kristallsystem angehören. Dadurch wird das verständlicher, was man erst im Zusammenhang dieser Gedanken richtig einsieht: die unbegrenzte Dauer, der zufolge *Gold, Silber* und *Platin* als *Edelmetall* die höchste Wertschätzung erlangt haben.

Die *Philosophie des Goldes* muß daran anknüpfen. Die annähernde Vollkommenheit der Eigenschaften sichert es vor dem Rosten. Die Harmonie seiner Wesenheit, ausgedrückt in seiner Kristallform und seinen Qualitäten, verleiht ihm Dauer. Und nun prüfe man, was doch am Golde so geschätzt wird. Ist es etwas anderes, als seine Unvergänglichkeit? Nicht sein Glanz und Leuchten, nicht die äußere Schönheit, denn die haben die Talmilegierungen, die haben *Kupfer* und *Messing* auch. Sondern immer wieder nur die *Dauer* ist es, vor der die Menschheit sich wie vor etwas nicht aus dieser Welt Stammendem beugt, und der zuliebe sie von je dem Golde göttliche Ehren erwies.

Wer Gold besitzt, dessen Eigentum verliert nie seinen Wert. Auf diese Erfahrung geht alles zurück, was sich um Geld dreht, der ganze Hexensabbath niedriger, entmenschter, dämonischer, übersteigerter Allzumenschlichkeiten. Selbst der *Diamant*, der dem Gold noch am nächsten kommt, ist ihm in diesem Punkte nicht ebenbürtig, denn der Diamant kann verbrennen. Gold aber verbrennt nicht. Praktisch genommen (vgl. aber S. 160) geht es niemals unter.

Es ist nicht nützlich oder, so weit es nützlich ist (zahnärztliche Verwendung), wird auch nur seine Unveränderlichkeit benützt. Kostbar aber ist es nur wegen seiner Dauer, um die sich wie ein gespenstischer Reigen der Verbrauch und die Abnützung der Dinge dreht. Der wunderliche, aber zu Recht bestehende Gedanke, daß jede Goldmünze, jeder Ehering und jede Goldkette, die heute eines Menschen Wohlgefallen erregte, in einer endlosen Kette von wechselnden Gestaltungen einmal Dukaten, *Aureus*, Keltengold, irgendein etruskisches oder Hallstätter Geschmeide war und beladen mit tausend seinetwillen begangenen Taten, mit Flüchen, Lastern, Morden und Arbeitsschweiß ist, illustriert nur die wahre Bedeutung des Goldes. Was man im Tanz ums goldene Kalb anbetet, das ist also doch

letzten Endes der einzige und wirkliche Gott der seienden Dinge und damit auch des Lebens: nämlich die Unvergänglichkeit, die Dauer.

Darum ist es so vergeblich und damit auch töricht, diesem Trieb und diesem Kult entgegenzutreten; nie hat noch die Menschheit den Predigern Gehör geschenkt, wenn ihr Gold in den Ohren klang; sie hätte auch damit ihr eigenes Dasein und den Grund des Lebenswillens, die Dauer, verneinen müssen. Alles was man tun kann, ist, diesen Trieb und Drang zu veredeln, ihn auf das Eigentliche und Wesentliche, wofür das Gold nur Symbol ist, zu lenken, nämlich auf den Begriff der *Dauer,* d. h. auf die *Harmonie,* welche Dauer gewährleistet. Nur derjenige, dem diese als Göttin voranschwebt, kann auf Gold verzichten, denn Besseres, Reineres hat er eingetauscht und statt dem Surrogat das Wirkliche erhalten. Noch dazu ein Gold, das von jedem erworben werden kann.

So erklärt es sich, daß nur diejenigen dem Goldrausch, dem Sehnen nach materiellen Gütern siegreich und endgültig entgehen können, die zu harmonischen Menschen geworden sind. Der Materialismus und Mammonismus und damit der ganze Verfall des Menschentums kann daher nur auf eine einzige Methode wirksam bekämpft werden: Indem man dem Menschen statt des Scheines das Sein, statt des Ersatzes das Wirkliche gibt, indem man ihm den Weg zur Harmonie und dadurch zur Dauer des Wirkens und Daseins weist. Das ist das Ziel der objektiven Philosophie, und in diesem Zeichen wird sie einmal siegen.

Diese Dauer kennzeichnet nun aber die wenigsten der Metalle. Die meisten von ihnen werden zu Oxyden, sie rosten manchmal, wie *Nickelgegenstände* zwar nur sehr langsam oder nur teilweise wie *Aluminium,* das von seinem Oxydhäutchen trefflich geschützt wird, und wenn sie nicht der Rost zerstört, so werden sie (z. B. *Nickel*) von Säuren, das *Blei* sogar von Regenwasser angegriffen. Nur die „Edelmetalle" widerstehen allem, und unter ihnen sind die wahren Könige eigentlich nicht einmal Gold, das von *Selensäure* und freiem *Chlor,* daher von *„Königswasser" (Salpetersäure* und *Salzsäure)* angegriffen wird, sondern *Rhodium* und *Iridium,* die darin sogar noch dem *Platin* überlegen sind. Aber ihr Vorkommen (im *Ural, Amerika, Australien* und *Borneo*) ist so beschränkt, ihre Reindarstellung so umständlich, daß sie der „Menschheit" unbekannt geblieben sind; was ihnen zukommt, hat das *Gold* an sich gerissen und in neuester Zeit das immer mehr geschätzte verwandte Platin.

Und dennoch sind im Weltganzen andere Metalle weit wichtiger als sie, denen letzten Endes, wie allen Idealen, doch nur ein Glaube Bedeutung verleiht. Nicht das *Eisen,* zu dem zuerst die Gedanken schweifen, sondern *Aluminium* und *Kalzium,* sowie *Kalium* sind die weltwichtigsten Metalle. *Aluminium,* aus der Gruppe der *Erdmetalle,* ist einer der drei großen Demiurgen der Chemie, von denen außerhalb des Fachwissens niemand weiß. *Denn Aluminium, Sauerstoff und Kieselsäure (Silicium) sind der Menge*

nach die eigentlichen Baumeister der Erde. Vom Sauerstoff habe ich die beweisenden Angaben schon vorgelegt, vom *Silicium,* das übrigens frei niemals getroffen wird, mag es vorläufig genügen, zu erwähnen, daß mehr als ein Viertel der Erdrinde aus seinen Oxyden besteht, und vom *Aluminium* merke man sich, daß seine Verbindungen der Menge nach gleich hinter den genannten folgen. (Vgl. Abb. 63.)

Was man gemeinhin *Ton* ($H_2Al_2(SiO_4)_2H_2O$), *Glimmer* ($KAlSiO_4$) oder *Feldspat* (z. B. $KAlSi_3O_8$) nennt, das sind Mineralien, deren ausschlaggebender Bestandteil Aluminium ist. Und was Ton, Feldspate und Glimmer auch nur im engeren Rahmen der eigenen Heimat bedeuten, darüber befrage man einmal einen Landwirt. Er wird vieles darüber zu sagen haben und weiß dabei nicht einmal, welche Mengen die Tone des *Meerbodens* darstellen.

Man könnte *Ton,* unwissentlich zwar, aber sehr praktisch dadurch kennzeichnen, daß man sagt, alles, was das Auge auf Erden außer Felsen und Sand erblicke, das sei Ton, und auch von den Felsen gehören wenigstens die *Tonschiefer,* die im *Frankenwald* oder *Rheinland* die Gebirge bilden, gleichfalls in die Familie der Tone. Sie umfaßt außer dem reinen und reinsten Ton (*Kaolin* für Porzellanbearbeitung) auch *Lehm* und *Löß,* die *Mergel,* also außer *Sand* alles, was man gemeinhin als fruchtbaren Boden bezeichnet. Man schlägt daher ein umfangreiches Buch von wissenswerten Naturtatsachen auf, die fast in jedermanns Leben durch irgendeinen Zusammenhang wichtig eingreifen, wenn man von Tonen spricht.

Die Töpfererde, der fruchtbare *Löß,* die reichen Ernten der Lehmböden, die Hügellandschaften der *Kalkmergel,* das sind die Reichtümer Europas und aller Kulturländer; sie sind die Vorbedingungen der gesamten menschlichen Zivilisation, deren Einfluß auf die Geistesgeschichte zwar noch kein *Buckle* und *Spencer* geschildert hat, trotzdem sie ganz anders in die Wagschale fallen, wie etwa die Kreuzzüge, die Reformation oder die Völkerwanderung und derlei, im Vergleich zur Tonfrage zum Range von Episoden zusammenschrumpfende Faktoren des europäischen Werdens.

Der Ursprung aller Tone und Schiefer ist letzten Endes im Meer zu suchen, dessen Wasserwüste eine ungeheure Masse und Gleichförmigkeit seiner Sedimente verbirgt, unter denen der *Schlick* und besonders der *rote Tiefseeton* größere Flächen bedecken, als die Kontinente zusammengenommen.[41]) (166 km^2 gegen 135.)

Dieser rote Ton, den man nach der alten Menschenschwäche nur deshalb nicht für wichtig hält, weil wir Landratten ihn nur in den ozeanographischen Museen zu Gesicht bekommen, ist eigentlich der letzte Zersetzungsrückstand der *Kalktiere,* die tot auf den Meeresboden hinabsinken (Abb. 52). Eingelagert in ihn ist auch ein nickelführendes *Meteoreisen,* dessen Ursprung nicht zweifelhaft sein kann. Es stammt aus dem kosmischen Staub, der Tag und Nacht auf die weiten Wasserflächen niederregnet, zum Teil auch

aus dem *Bimssteinpulver,* das durch jeden Vulkan ausgeworfen und, bis in die Zone der Passatwinde gelangend, von ihnen um die ganze Erde getragen wird. Als ich im April 1906 dem großen *Vesuvausbruch* zu *Neapel* beiwohnte, gingen dort mit den Wolkenbrüchen solche Massen von Bimssteinpulver nieder, daß der Mittag verfinstert war gleich der Nacht. Noch wochenlang danach lagen die schneeweißen Massen in meterhohen Wällen zu beiden Seiten der Straßen aufgehäuft. Von da stammen vielleicht auch die *Manganknollen,* die im roten Tiefseeton nie fehlen. Das einzige, was die Bedeutung des roten Tones mindert, ist, daß er unendlich langsam abgelagert wird, daher keine dicken Schichten bildet, da, mit Ausnahme des *Stillen Ozeans,* der allerdings sein Hauptlager ist, keines der Weltmeere ein, geologisch gedacht, namhaftes Alter aufweist. Dem Wesen nach besteht er aus einem kieselsauren Salz des Aluminiums.

Diesen überwältigenden Flächen gegenüber kommt es nicht in Betracht, was *Seen* und *Flüsse* an Süßwassertonen und *Mergeln* produzieren. Wenn alle diese Absätze dann im Verlauf der Erdwandlung endgültig zu Festland werden, bilden sie von vornherein das Rohmaterial, das nach langem Kreislauf einst aus dem *Granit-* und *Gneisgebirge* vielleicht sogar an gleicher Stelle durch die *Verwitterung* gebrochen und durch die *Erosion* fortgespült wird. Der Rest der Verwitterung, der in den Sedimenten ständig erhalten bleibt, sind dann die *Feldspate* des Tones (vgl. Abb. 63).

Feldspat ist das Sammelwort einer ganzen Wissenschaft. Sie arbeitet mit dem Mikroskop und braucht Kristallkundige, um die symmetrischen *Orthoklasformen der Kalifeldspate* von den unsymmetrischen *Plagioklasen* zu scheiden, die freilich manchmal nicht in kaum sichtbaren *Mikrolithen,* sondern wie der *Labradorit,* den man als Schmuckverkleidung von Bauten verwendet, auch in mehreren Kubikmeter großen Kristallen im Gebirge vorkommen können.

Von allen diesen Gebilden ist der *Orthoklas* für uns Menschen der große Lebenserhalter. Er, der Hauptbestandteil des *Granits,* der *Gneise* und *Quarzporphyre,* so lange er noch in kristallinischem Verband war, ist dann der Hauptbestandteil der fruchtbaren *Ackererde* und durch seinen Kaligehalt auch der beste Nährboden für Getreide und Rüben.

Nicht weniger wichtig in den *Urgebirgs*gesteinen, namentlich außer *Granit* und *Gneis* auch in dem *Glimmerschiefer* (Abb. 54) vorhanden — der so prachtvolle silbernschimmernde Bergpyramiden aufbaut, wie das *Matterhorn* — ist der *Glimmer,* der, sei es als *Biotit* oder *Muskovit,* als *Katzensilber* oder *Katzengold,* stets mit eines der wichtigsten Gemengteile der fruchtbaren Erde ist.

Die gleichen *Tonerdesilikate* — wie man diese Bestandteile wissenschaftlich nennt — kehren wieder in den Mergeln, deren Ton zu etwa vier Zehnteln mit Kalk durchsetzt ist, in dem *Lehm* und *Laterit* der Tropen, der nur durch Quarzsand und Eisenrost verunreinigter Ton ist, desgleichen in

dem fruchtbaren *Löß*, auf dem der Reichtum Ungarns, Chinas, der russischen Steppe, aber auch der besten deutschen Böden beruht. Was ist der Bau dieses feinen, gelben Pulvers, das von den Stürmen der abklingenden *Eiszeit* zusammengeweht, ausnahmsweise einmal kein Wasser-, sondern ein *Luftsediment* ist? Es sind *Quarz* und Kalkteilchen, die durch Ton miteinander verbunden werden.

Wem diese Aufzählung nebensächlich dünkt, der handelt so wie einer, der vom täglichen Brot nichts wissen will oder es langweilig findet, nachzusehen, worauf sein Vermögen beruht.

Die *Ackererde* ist das tägliche Brot des Menschen, und er muß wissen, woraus sie besteht. Auf diese Weise erfährt er, daß in aller Erde auch *Aluminium* enthalten ist. Demgegenüber ist es nur seltsam, aber nicht wichtig, daß auch *Türkise* und *Granaten* Aluminiumminerale sind. Es gäbe also kein Hindernis, daß auf die Stein-, Bronze- und Eisenzeit jetzt ein Zeitalter des Aluminiums folgte. Tugenden hat das Metall dazu genug. Seine Leichtigkeit (spez. Gewicht 2,3) ist sprichwörtlich, an Härte und Dehnbarkeit kommt es gleich nach dem Stahl; es läuft nicht an, da sein Oxydhäutchen es schützt, und wäre es nur geeignet für Gußwaren, würde es Eisen in allem verdrängen. Aber vielleicht ist seiner ausgezeichneten Legierung mit dem Leichtmetall *Magnesium* (dem *Magnalium)* das beschieden, was es für sich allein nicht erreichte.

Neben ihm kann an Bedeutung von den Leichtmetallen vielleicht nur noch das *Calzium* sich sehen lassen, denn es ist auch in seinen Verbindungen einer der großen Werkstoffe des Weltenbaumeisters. Als Metall ist es freilich nicht brauchbar. Wohl ansehnlich mit seinem Silberglanz, wenn auch kaum schwerer als das Wasser (spez. Gewicht 1,85), hat es jedoch keinen Bestand. An der Luft oxydiert es sofort, vom Wasser wird es heftig angegriffen. Darum findet man es in dem Gleichgewicht gegenseitiger Beeinflussung, das man Natur nennt, nirgends, wohl aber seine Verbindungen mit *Kohle (Karbonate), Schwefel (Sulfate), Phosphor (Phosphate)* und wieder *Kieselsäure (Silikate). Kalk, Gips, Zement* und *Glas* nennt man das, wenn man es der gelehrten Sprache entkleidet.

Von allen diesen Dingen mag der *Kalkstein* sich rühmen können, neben Quarz und Ton am meisten beigetragen zu haben zum Bau der Erdrinde. Als *Calziumkarbonat* ($CaCO_3$), in seiner Abart *Dolomit* genannt, bildet er die mächtigsten Gebirge und stellt die romantischsten Landschaftsbilder auf (Abb. 56), welche die Berge bieten können. Der Blick, den man genießt, wenn man auf der Straße vom *Pustertal* in Tirol nach *Ampezzo* sich von *Landro* aus gegen den Dürrensee wendet, ist namentlich in Abendbeleuchtung nicht leicht durch einen Maler zu übertreffen. Hier der *Monte Cristallo* mit roten, wie überzuckert schimmernden Wänden, dort der tiefgrüne Talschluß des Rienzbaches und darüber regelmäßig wie ein Bau aus Künstlerhand die sonnenleuchtenden *Drei Zinnen* (Abb. 56) — das steht

11*

in unerhörten Kontrasten der Formen und Farben gegen den blauen Himmel und macht jenes Höhlensteiner Tal mit Recht zu einem Schaustück, sogar in den daran wahrlich nicht armen Dolomiten. Solche Bilder wiederholen sich aber in allen Kalkgebirgen.

Calziumkarbonat hat daher wohl mehr Naturfreude entzündet denn alle anderen Verbindungen und hat damit die bewegende Zaubermacht des Schönen wieder einmal als eine der stärksten Triebkräfte in der menschlichen Seele erwiesen.

An diesen Kalk binden sich zwei merkwürdige Gesetze der Erdgeschichte. Das eine ist in seinem abenteuerlichen Kreislauf ausgedrückt, das andere spielt in ihn hinein als *Wärmegesetz des Kalkes.*

Nichtsedimentäres Calziumkarbonat ist nirgends mehr vorhanden, ebensowenig aber ein Karbonat, von dem man sagen könnte, es sei an seiner ursprünglichen Lagerstätte. Denn auch die körnigen Urkalke, die in den versteinerungslosen Zonen des ältesten *Glimmerschiefers* eingeschlossen sind, müssen aus einem Meer abgelagert sein, und sei das damals auch ohne Vermittlung von Tieren, wie auch noch jetzt manchmal in wärmeren Meeren, als einfacher Absatz zustande gekommen.

Das aber ist die Ausnahme gegenüber der Regel, die allen Kalk ständig unter der Kontrolle des Lebens von den Bergen in das Meer und aus der See wieder auf die Kontinente wandern läßt. So hat man zum Beispiel in 100 000 Teilen *Rheinwasser* 9,45 Teile kohlensauren Kalk gefunden und auf ähnliche Weise berechnet, daß die Elbe ihrem böhmischen Flußgebiet jährlich 140 Millionen Kilo Kalkerde entzieht. Woher stammen diese Mengen Kalk? Es gibt darauf nur eine Antwort: von dem Kalk des gesamten Festlandes, der in kohlensäurehaltigem Wasser löslich ist. Auf dieser Eigenschaft des Kalkes beruht der ganze Kreislauf.

Der *Regen* enthält reichlich *Kohlensäure*, er leckt daher ständig wie mit scharfen Zungen an den Zinnen und Hochgipfeln, an deren Kalkwänden man die tiefen Regenrinnen, die der Gebirgler *Karren* nennt, oft genug sehen kann. Einmal im Wasser, kommt der Kalk endgültig erst im Meere zur Ruhe; dort warten Myriaden von Organismen darauf, ihn dem Wasser entziehen zu können. Am einfachsten geschieht dies durch die *Meerestange*, die zu ihrer Ernährung Kohlensäure brauchen. Indem sie das Gas dem Wasser entnehmen, fällen sie den Kalk, der nun nicht mehr lösbar ist. Er lagert sich auf ihnen selbst, inkrustiert sie, so daß sie zu unförmlichen Kalkknollen werden. In diesem Zustand sind sie unverweslich, häufen sich zu dicken Lagern im Laufe der Geschlechter an, und Kalkbänke entstehen, die der Nachwelt den feinsten und schönsten Kalkstein liefern. So ist der Stephansdom zu *Wien* aus dem Kalk der *Lithothamniumalgen des Leithagebirges* erbaut und mit ihm viele andere Wiener Prachtgebäude.

Im Roten Meer sah ich, als ich hierauf besondere Aufmerksamkeit verwandte, viele *Kalkalgenbänke*, die der Unkundige für Korallenriffe hält,



Abb. 52. Globigerinenschlamm aus dem Indischen Ozean aus 2500 m Tiefe. Schwach vergrößert. (Nach Chun.)

so daß ich seitdem die Meinung neuerer Erdforscher teile *(Volz, Salomon)*, die sagen: der sogenannte *Korallenkalk* sei seiner Masse nach von anderen Wesen geschaffen, denn von *Korallen*. (Abb. 55.) Es gibt allerdings deren genug vom mikroskopisch kleinsten (Abb. 53) bis zum Riesentintenfisch, der einen mächtigen Schulp mit sich schleppt. Ist schon die Kalkgebirgslandschaft, später übergrünt und zur Verwitterungsruine verwandelt, malerisch, so ist die Geburtsstätte des Kalkes auf den Riffen der tropischen Meere wirklich etwas wie eine Landschaft aus den Zaubermärchen orientalischer Phantasie, mit denen man von jeher so gerne diese Länder überspann. Ich habe dort Stunden seligsten Schauens verbracht. Der geblendete Blick ging im Garten voll blumenhafter und bunter Blumentiere lustwandeln; er haftete auf den grell farbenfrohen Papageienfischen, die am Riffsaum aus- und einschlüpfen, auf den riesigen dunkelvioletten Seeigeln, die bedächtig ihre langen Stacheln aufrichten, auf brennendroten Seesternen und farblosen Haarsternen, auf den Scharen von munteren Krebsen, Moostierchen und hundertgestaltigen Schnecken, zwischen denen Kalkschwämme ihre Schlote aufstellen. Und das Verständnis grub sich tief und unvergeßlich ein: so entstehen und entstanden *Korallenriffe*, die, gehoben und zu Festland verwandelt, dann als „Drei Zinnen" und vielgestaltige Kalkberggipfel bei meinen vielen Alpenwanderungen auf mich heruntersahen. Und nicht genug daran, in stillen Buchten der arabischen und der afrikanischen Ufer gleißte schneeweißer *Foraminiferensand*, dessen verborgene Schönheit Abbildung 58 aufdeckt. Wo ich hingriff, konnte ich sicher sein, in einer Handvoll an Zehntausende vorübergelebter winziger Schalen dieser Kammerlinge, manchmal von nur wenigen Gattungen, aus dem lauwarmen Wasser zu holen.[43])

Nie ist mir sonst noch Größe im Naturgeschehen so gewaltig aufgegangen wie an jenem Tag, denn ich wußte, daß ein einziges großes *Barrièreriff* an der Ostküste *Australiens* allein in 1900 Kilometer Länge von dem gleichen Leben erfüllt sei, daß viele Hunderte von *Atolls* im Indischen und Stillen Ozean heute an den Kalkgebirgen der Zukunft bauen, so wie vor unausdenkbaren Zeiten ihre Vorfahren an dem Kalk gearbeitet haben, der zusammengepreßt, zerrieben und verbacken die tausend Meter hohen Felswände in den nördlichen und südlichen *Kalkalpen* und den vielen sonstigen Kalkgebirgen der Erde aufstellte, an deren Flanken heute aber auch wieder der

Regen die Moleküle auf die Reise schickt zum nächsten großen Kreislauf des Kalkes, in dessen Ablauf Menschengeschichte anmutet wie ein bunter Falter, der am ernsten Eichbaum vorüberflattert. Das ist das eine der großen Kalkgesetze. Auf das andere hat der Leipziger Zoologe *O. Simroth* aufmerksam gemacht, und er hat es das *Wärmegesetz des Kalkes* genannt. Das will so viel sagen, daß, gleichwie Korallen niemals in einem Meere leben, dessen Temperatur unter 20 sinkt, auch jede Kalkbildung im Organismus an eine sommerliche Temperatur gebunden ist. Dadurch ist Kalk stets nur ein Erzeugnis warmer Klimate, und sein fossiles Vorkommen ist ein sicherer Index für einen Klimawechsel, wenn jetzt die Verhältnisse anders sein sollten.

Der Gegenpol des Kalkes ist in dieser Hinsicht das *Silicium,* was noch niemandem aufgefallen zu sein scheint. Wie denn überhaupt die Bedeutung der Kieselsäure für das Erdganze, ebenso wie ihr ständiger Kreislauf sowohl der Aufmerksamkeit der Naturforschung wie der Philosophie entgangen ist. Auch *Silicium* ist in allen Gesteinen der Gebirge, wie im Sand der Ebenen verbreitet. Auch dieses Leichtmetall, welches besonders gern, sogar in der Natur, in kolloidalen Zustand übergeht und dann als *Opal* die Wertschätzung eines *Edelsteines* genießt, wird von der Erosion durch die Flüsse in das große Wasserreservoir der Erde gebracht und dort, allerdings im Süßwasser ebensogut wie in der Salzflut, von dem nimmer rastenden Leben in seine Bahn gerissen. Dann ist die letzte Drehung des Kreislaufes freilich nur mehr Notwendigkeit. Die Ablagerung der Kieselsäure im Boden und am Meeresgrund führt den Stoff wieder neuen Schicksalen zu, obzwar gerade diese letzte Phase des Kreislaufes nicht in dem Maße bekannt ist wie der Kreislauf des Kalkes. Erwähnen muß ich Silicium schon hier, obwohl es mit den Metallen sonst nichts zu schaffen hat, weil es in allem, in der Gebirgsbildung, organischen Verwertung, Verbreitung und in seinem Kreislauf das vollkommene Gegenstück des Kalkes darstellt, nur mit dem Unterschied, daß es statt einem Wärmegesetz einer Art *Kältegesetz* unterworfen ist. Silicium wird von den Lebenwesen (in diesem Fall hauptsächlich *Kieselalgen*) nur in kaltem Wasser massenhaft aufgenommen, und so kennzeichnen die Siliciumsedimente *(Diatomeenschlamm)* den Meeresboden in der *Antarktis;* in den größten Tiefen des östlichen *Pazifik und* des *Indischen Ozeans* wird aber auch als *Radiolarienschlamm* Silicium abgeschieden.

Trotz der länderweiten Ausdehnung dieser Sedimente steht aber Silicium dennoch jetzt weit hinter dem Kalk zurück, da dieser ja außer den Kalkriffen auch noch als Kalkschlamm auf fast drei Zehnteln des gesamten Meeresbodens vertreten ist. In dieser Form wird er namentlich durch die *Globigerinen* (vgl. Abb. 52) aus der Klasse der einzelligen Wurzelfüßler *(Foraminiferen)* erzeugt, deren tote Schalen wie ein feiner Kalkregen ständig niederrieseln, wobei allerdings in großer Tiefe das Wasser durch den Druck und Kohlensäuregehalt einen erheblichen Teil dieser mikroskopisch kleinen Gehäuse auflöst und am Ende strukturlosen Kalkschlamm oder Kreide (Abb. 53) zu



Abb. 53. Mikroskopbild eines Kreidepulvers (Kreide von Gravesand), bei auffallendem Licht schwach vergrößert. Es besteht hauptsächlich aus Foraminiferen, Schwammnadeln, Kalkbruchstücken

Boden setzt, jenen, den man in den Kalkgebirgen so lange Zeit nicht zu deuten wußte. Mit alledem ist die Bedeutung des Kalkes in unserem Weltbild immer noch nicht erschöpft. Nicht nur, daß *Muschelkalk* als Rest der Kalkschalen der *Weichtiere* sogar geologisch bedeutsam sein konnte, namentlich in Deutschland, wo das Muschelkalkmeer der *Triasformation* fast im ganzen Gebiet des Reiches jene dickbankigen, oft von versteinerten *Seelilien (Encriniten), Terebrateln* und Muscheln wimmelnden Kalke (vgl. Abb. 57) absetzte, die das Landschaftsbild eines Teiles von *Schwaben* so überaus anmutig gestalten. Wichtiger als das ist uns, daß wir selbst Kalktiere sind. Das *Skelett der Wirbeltiere* baut sich aus Kalksalzen auf, die der Körper aus dem aufgenommenen Wasser und aus Pflanzen aufnimmt. Kalk verleiht unserem Knochengerüst die Festigkeit, ohne die es niemals zum aufrechten Gang und damit zur spezifischen Ausprägung der menschlichen Kultur gekommen wäre. Nur ist es diesmal nicht so sehr kohlensaurer Kalk wie ein *Kalkphosphat*, durch das unser Leben an die Gesetzlichkeit des Kalkes gekettet ist.

Kalk hat sich hier mit *Phosphorsäure*, einer der merkwürdigsten aller Substanzen, verbunden, während er im *Gips* ($CaSO_4 + 2H_2O$) mit *Schwefelsäure* eine Verbindung eingeht, die für den Bau der Erde nicht ohne Bedeutung geblieben ist. Denn sowohl das Meer, wie die Flüsse enthalten erhebliche Mengen von Gips (im *Atlantik* gegen 0,15%), und auch im Innern der Erdrinde sind mächtige Gipslager vorhanden, die fast stets als Meeressedimente im Zusammenhang mit Salzlagern stehen. So hat auch Gips einen gewissen Kreislauf, da er durch die Verwitterung allmählich wieder in das Meer gelangt und dann dessen Schicksale teilt.

Dieser uns immer wieder entgegentretende *Begriff des Kreislaufes darf überhaupt von nun an nicht mehr im Weltbild fehlen.* Die stete Umformung des Seins gehört offenbar zu den elementaren Eigenschaften der

Welt, und, wenn sie sich irgendwo lückenhaft erweist, so bedeutet das wohl niemals etwas anderes als eine Unvollkommenheit unseres Blickes. *Der Kreislauf des Seins ist nur die Form, in der sich ein neues grundlegendes Gesetz, das der Erhaltung der Materie, vollzieht;* denn durch den Kreislauf wird die Existenz gesichert, so daß die betreffende Materie sich weder vermindert noch vermehrt. Nur geht das durch die Anwendung eines neuen Mittels, das an sich mit dem „Sein" und seinen Integrationen noch nichts zu tun hat, das aber auf das dritte der Gesetze, die wir durch die Analyse des Seins erhalten haben, hinweist, nämlich auf den *Prozeß* oder die *Funktion.* Wir werden also nicht umhin können, nach Vollendung dieses Gemäldes der Integrationsstufen des Seins uns der Untersuchung der Funktionen dieser Stufen zuzuwenden.

Vorläufig wollen wir uns aber damit bescheiden, festzustellen, wie viele solcher Kreisläufe bereits von unserem Wissen durchschaut werden konnten. Da scheinen denn auch die anderen Leichtmetalle, wie *Kali* oder *Magnesium,* ihren Kreislauf sowohl auf der Erde, wie zweifelsohne nochmals auf höherer Integrationsstufe in der Welt zu haben, wenn dieser sich wohl auch als Zusammentreffen und Wiederlösung atomistischer Bindungen abspielen mag. Aber sowohl Kali wie Magnesium sind beredte Beispiele für die große Unzulänglichkeit unseres Wissens, denn obwohl sie für das Pflanzen- und damit auch das Tierleben vollkommen unentbehrlich sind, so fehlt es dennoch an dem Einblick in den gesamten Zusammenhang der Bande, die sie knüpfen.

Kalium ist ein silberweißes Metall, das schon bei 62,5° schmilzt und sich so heftig mit Sauerstoff vereinigt, daß man es weder in Wasser noch in Luft halten kann, sondern es unter Petroleum bewahren muß, will man es als Metall konservieren. Bei dieser Leichtigkeit Verbindungen einzugehen, ist es nur selbstverständlich, daß kaliumhaltige Substanzen überall verbreitet sind. *Feldspat* und *Glimmer,* deren Bedeutung für die Erdrinde uns schon geläufig geworden ist, sind *Kalisilikate.* Das Innere der Erde muß noch größere Kalimengen bergen, denn alle *Vulkane* werfen kalihaltiges Gestein aus. Da die Pflanze ihr Plasma nicht ohne Kali aufbauen kann, so ist die Fruchtbarkeit vulkanischer Böden damit erklärt. Die Bedeutung der Feldspate in der Ackererde ist für den Landwirt auch eine Kalifrage. Ihm genügt bei der unnatürlichen, disharmonischen Ausnutzung, der er den Boden unterwirft, der natürliche Gehalt an aufgeschlossenen Feldspaten nicht; er muß daher die Harmonie der Bodenzusammensetzung stören, indem er künstlich *Kalidünger* zuführt. Dazu muß ihm das Meer der Vorzeit verhelfen. Im Meerwasser sind nämlich *Kalisalze (Sylvin* [KCl] und *Karnallit* [KCl, $MgCl_2 + H_2O$] und andere) gelöst und fallen bei Verdunstung mit dem Steinsalz heraus. Daher sind diese *Edelsalze,* wie man sie mit einem Hutabziehen vor dem Landwirt nennt, unter gewissen Umständen als Decke von Kochsalzlagern erhalten. Dem deutschen Boden wurde ein solcher Schatz als Angebinde beschert in einem *Kalisalzlager,* das sich von Polen bis



Abb. 51. Glimmerschiefer vom Matterhorn
Originalaufnahme

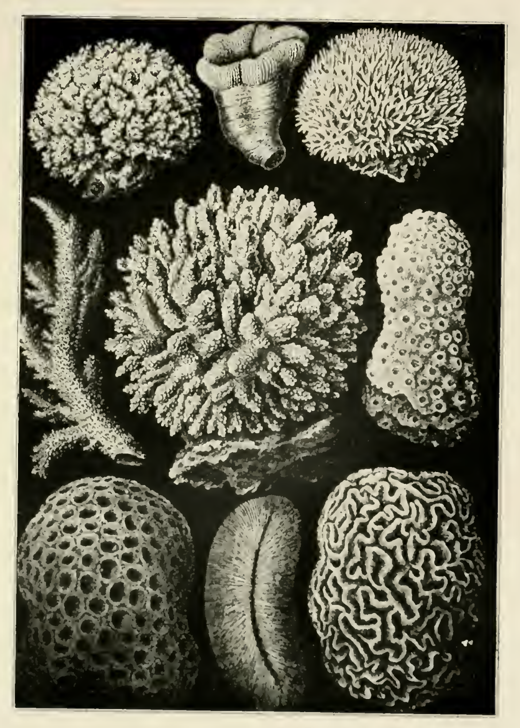


Abb. 55. Rezente Korallen aus dem Roten Meer
Ihre Charakterformen sind namentlich die in der Mitte abgebildeten Schwammkorallen (Madreporen) und die Maeandrinen (Heliastraea) unten rechts (Nach Haeckel)

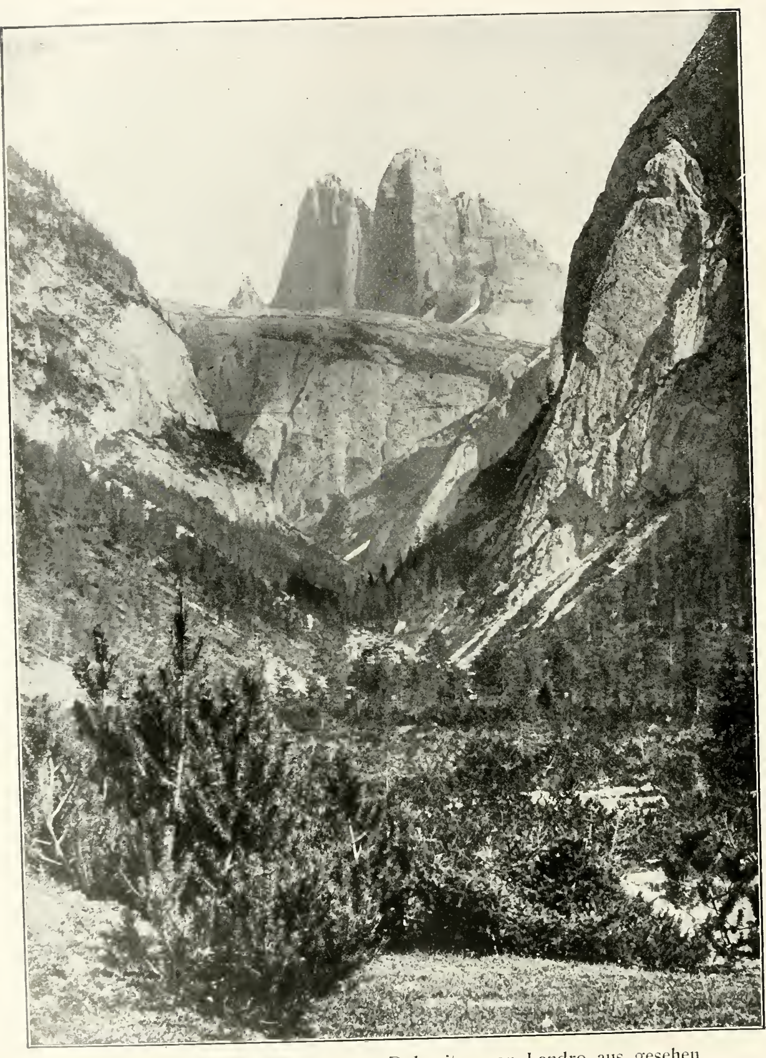


Abb. 56. Die drei Zinnen in den Dolomiten von Landro aus gesehen
Aus den Sammlungen des D.-Ö. Alpenvereins



Abb. 57. Kalkbänke im Muschelkalk von Hessental bei Hall in Schwaben

Originalaufnahme von Frau Dr. A. Friedrich, München



Abb. 58. Meeressand von den Küsten des Roten Meeres

Foraminiferen aus der Gattung Peneroplis und verwandte Formen. Schwach vergrößert. Originalzeichnung

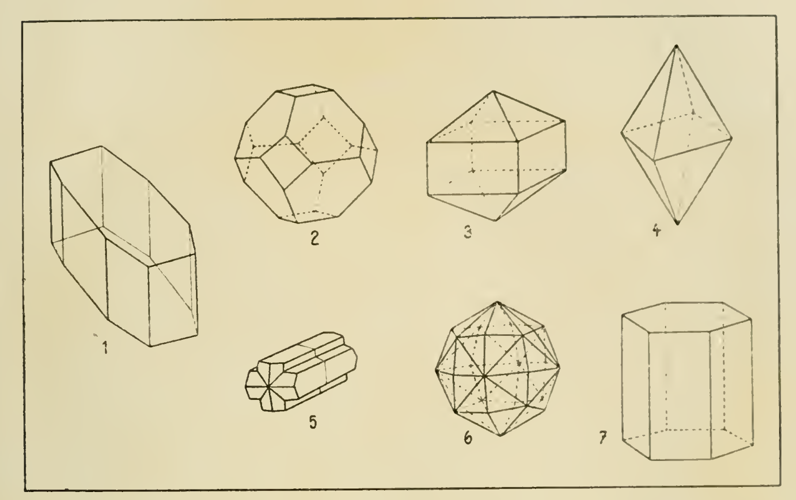


Abb. 59. Kristallform der Mineralien

1 Kristall des Kupfervitriols
2 Flußspat in der Kombination des Octaëders und Hexaëders
3 Kristalle des Zirkons
4 Schiefe Rhomboïdpyramide
5 Zwillingsbildung von Phillipsit
6 Tetrakontaoktaëder (Diamant)
7 Kristallformen des Smaragdes

Frankreich durch ganz Nord- und Mitteldeutschland zieht, und dessen Wert mit tausend Milliarden eher zu gering als zu hoch veranschlagt ist. Deutschland ist daher eines der wenigen Länder, das materiell nie zugrunde gehen kann, da es mehr Bodenschätze besitzt als die gesamte Umwelt Tauschwerte.

Das Gegenstück dazu bildet das Element *Magnesium*, das auch dem Alltag bekannt ist als Magnesiumband oder Blitzlicht für photographische Zwecke. In seinen Silikaten dagegen hat es als gebirgsbildende Felsen *(Serpentin)* und in einem *Glimmer*, nämlich im vulkanischen *Augit*, massenhafte Verbreitung in der Erdrinde gefunden. In seinen Salzen ist es der Pflanze ebenso unentbehrlich wie *Kali;* es bedarf nur deshalb nicht einer besonderen Magnesiumdüngung, da dieses Element überall im Boden aufgeschlossen werden kann. (Vgl. Abbildung des Kalibergwerkes Abb. 51.)

Beide Stoffe wandern rastlos vom Boden in das lebende Getriebe und kehren nach dessen mannigfachsten Schicksalen immer wieder zur Erde zurück. Sie und die übrigen Leichtmetalle teilen die Geschichte aller ausschlaggebenden Werte, die das lebendige und geistige Getriebe erhalten: leerer Glanz und blendende Äußerlichkeit ziehen die Aufmerksamkeit der Vielzuvielen auf sich, und das Notwendige wird von der Denkunfähigkeit immer für das Selbstverständliche gehalten.

Das sieht man so recht ein, wenn man neben Sauerstoff, Stickstoff oder Kalk und Silicium die Schwermetalle, beginnend beim *Eisen* bis zum *Golde* hält. Zwar wird die mit diesem Satz ausgedrückte Geringschätzung des Eisens selbst in bedächtigeren Köpfen Widerspruch erwecken, trotzdem kann ich keines meiner Worte abschwächen. Der unerträgliche und verrannte Zustand des Menschengeschlechtes, dieses Abgleiten auf einer schiefen Ebene am Rande eines Abgrundes, das so recht die Signatur des letzten Jahrhunderts ist, rührt davon her, daß der Mensch Unwesentliches für wichtig gehalten hat, am Wesentlichen aber wie blind vorübergegangen ist. Es muß dies hier gesagt werden, denn die ganze Aufgabe der Philosophie besteht darin, daß sie dem Menschen die Welt wieder so zeigt, wie sie wirklich ist, nämlich als ein wohlabgewogenes System von Notwendigkeiten, in das er sich einzufügen hat, nicht aber so, wie sie von krankhaften und schlechten Köpfen ihm beharrlich vorgespiegelt wurde.

Und zu diesem wirklichen dauernden Gefüge der Weltgesetze gehört nun einmal, daß das Eisen im ganzen weit weniger wichtig ist, als es die Menschheit seit einigen Generationen in zunehmendem Maße glaubt! Sie hat mit den Schwermetallen Mißbrauch getrieben, und ihr jämmerlicher disharmonischer Zustand von heute ist die Strafe dafür.

Man hat in großen und bewunderten Werken die Überwindung der Steinzeit und die allmähliche Herausbildung einer Metallkultur gepriesen als den Weg des menschlichen Genius, als einen steten Aufstieg zu einer Vollendung, der sich die Gegenwart infolge einer bekannten Täuschung des Lebensgefühles nahe fühlt. Die einzelnen Etappen dieses Weges sind durch die Benutzung von Schwermetallen als Waffe: eine *Bronze*kultur, die *Kupfer* mit *Zink* und *Zinn* (auch etwas *Blei*) versetzte, dann eine eigentliche Kupfer- und Übergangszeit *(Hallstattzeit)* und endlich eine Volleisenzeit (*Latêne* seit etwa 500 v. u. Ära), die auch gegenwärtig fortdauert und sich eigentlich erst im 19. Jahrhundert vollständig ausgebildet hat. Das ist ein ebenso einseitiger Standpunkt der Einteilung, wie die letzten 50 Menschengenerationen in wachsendem Maße überhaupt eine einseitige Anpassung und damit Entartung des Europäers darstellen.

Die ganze Denkrichtung, die in dem Gebrauch von Waffen und den wegen ihrer Härte dazu dann allerdings vortrefflich geeigneten *Schwermetallen* das maßgebliche Kennzeichen von „Kulturhöhe" sieht, ist eine einseitige, und sie ist natürlich nicht zufällig in dem waffenstarrenden, militaristischen Zeitalter zwischen den napoleonischen Kriegen und dem Weltkrieg entstanden. Sie entbehrt an sich jeder Berechtigung und ist selbst ein Zeichen des Verfalls.

Das Leben als solches bedarf der Schwermetalle nicht. Sämtliche sind mit Ausnahme eines geringfügigen *Eisengehaltes im Blute*, der durch die *Hämoglobin*(Blutfarbstoff)formel $C_{758}H_{1203}N_{195}O_{218}FeS_3$ gekennzeichnet ist, für das Leben giftig, also völlig unbrauchbar. (Man denke an Bleivergiftungen.)

Leben vollzieht sich ebenso oft friedlich wie als Feind seiner Umwelt, und der Mensch im besonderen ist seiner ganzen Organisation nach alles andere denn ein Raubtier. Er ist in seinem Bau und seiner Sinnesanpassung ein Früchte- und Körnerverzehrer, in seiner überwiegenden Zahl auch tatsächlich Vegetarier. Er bedarf daher keiner Waffen. Überall hat er nur durch Not und Entartung gezwungen zu ihnen gegriffen, und eine „Waffensinnesart" würde auch nur seine Not- und Entartungszustände zu dauernden gestalten.

Seine Zukunft liegt ebenso wie seine Vollendung nicht in Einseitigkeiten, sondern *in der Harmonie seines Wesens*, sie kann und wird sich daher ohne die sein Unglück bedeutenden Schwermetalle ausbilden. Läßt er aber nicht von ihrer Überschätzung, so ist sein Untergang besiegelt.

Das kann man aus den Gesetzen des Seins mit gleicher Sicherheit herauslesen wie jeden der anderen großen Gesetzeszusammenhänge, die uns bereits entgegengetreten sind. Und so darf diese Wahrheit, so unbeliebt sie auch scheinen und ihren Vertreter auch machen mag, nicht verschwiegen werden. Aus der Waffenkultur aber entstand notwendig der Geist der *Ausnützung der Natur*, die Einbildung, der Mensch sei nicht ein Glied eines gesetzmäßig geordneten Ganzen, dem er sich harmonisch einzugliedern habe, sondern er sei der *Herr* der Natur, die er sich unterwerfen kann. Es entstand auf dieser Basis die mechanistische, materielle Denkungsart, die zur Herstellung der Mechanismen führte und wieder folgerichtig durch die dazu besonders als Waffen der „Unterwerfung der Naturkräfte" geeigneten Schwermetalle die eisernen *Maschinen* und durch sie jenes einseitige Maschinen- und Industriezeitalter herbeiführte, das die europäische Menschheit endgültig den Idealen und Möglichkeiten der Harmonie entfremdet zu haben scheint.

Wenn man ganz unvoreingenommen ist, so muß man konstatieren, daß gegenüber der Harmonie des sonstigen Weltgeschehens eine als Industrievolk dahinlebende Menschenmasse ein vollkommener und ständiger Verstoß gegen die Weltgesetzlichkeit ist. Man *kann* zwar so eine Zeitlang dahinleben, aber man lebt dann vollkommen unnatürlich und unharmonisch und muß daher alle Konsequenzen tragen, die daraus entstehen. In einem solchen Volk wird eine einseitig auf Herrschaft, Unterwerfen, Nutzen, Eigentum und dessen Verkörperung, Gold, gerichtete rein materielle Denkungsart mit ihrer schrecklichen Ergänzung des „Macht geht vor Recht" heimisch. Stets werden sich seine Teile gegenseitig diktatorisch zu beherrschen und auszunutzen trachten; nach außen hin werden solche Völker stets eine Gefahr bedeuten, weil sie ständig auf Unterwerfung nicht nur ihrer natürlichen Umwelt sinnen. Ein großer Teil des Volkes wird einseitig im Dienste der Maschinen verkümmern und zum Proletariat herabsinken. Proletarier heißt mir ein einseitiger, verkümmerter Mensch. Die gesamte körperliche und geistige Lebensführung wird sich im Industriestaat immer einseitiger und disharmonischer gestalten. Aus der gestörten Harmonie aber werden immer Krisen, Leiden jeder Art entspringen; der physiologische Verfall wird sich durch Kriege,

soziale Krankheiten nach Art der Tuberkulose, entsprechende soziale Psychosen, Geburtenrückgang kundgeben, und das Verkümmern und Aussterben solcher Völker ist unausbleiblich.

Genau das ist der gegenwärtige Zustand von Europa, der sich einem unbeirrten und weiteren Blick unter anderem auch als die vielverwickelte Folge der einseitigen Überschätzung der Schwermetalle erweist. Dem Lebensforscher sind solche Zusammenhänge und Konsequenzen von Harmoniestörungen geläufig, und es gibt im Weltganzen für den Menschen darin leider keine Ausnahmen. Die Gesetze vollziehen sich, ob das Rad der Zusammenhänge nun ihn ergreift oder anderes. Zur Einseitigkeit gehören deren Folgen, und der Gebrauch der Schwermetalle lenkt die Entfaltung infolge ihrer physikalischen Eigenschaften notwendig in die Linie Waffe, Blutvergießen, Besitzspeicherung, dadurch soziale Ungleichheit, Massenproduktion, Industrie. Mit einer entsetzlichen Folgerichtigkeit hängt eine dieser Wirkungen an der anderen, und sie ist für unsere Erfahrung das schmerzlichste Beispiel der Folgen einer *einseitigen Anpassung* und einer dadurch gestörten Harmonie.

Es ist hier nicht der Ort, um auf die sich zudrängende Frage Antwort zu geben, ob und wie sich die Harmonie wieder herstellen ließe. Um das erörtern zu können, dazu gehört ein tieferer Einblick in die Verkettungen des Seinsgesetzes, als er an dieser Stelle meines Werkes erarbeitet werden konnte. Ich verweise daher auf den Schluß, namentlich auf das Kapitel des Harmoniegesetzes, wo wir das, was wir jetzt durch Beziehungsfäden verknüpft gerade erst erblicken, auch verstehen und bezwingen lernen sollen. Wir Anhänger der neuen Lebenslehre blicken also mit anderem Auge als der Alltag auf die Tatsache, daß *Eisenrost* und *Brauneisensteine* zu den verbreitetsten Mineralien gehören, was angesichts dessen, was wir vom hypothetischen eisernen Erdkern wissen, nicht wundernehmen kann. Man kann sogar im allgemeinen sagen, daß alles, was auf der unbelebten Erdoberfläche braun, gelb oder rot ist, diese Farbe dem Eisenrost verdankt. Eisen in feinverteilten Körnchen, als *Magneteisenstein* gehört zu den gewöhnlichen Bestandteilen des *Granits*, und die Eisenerze (*Haematit*, *Spateisenstein*, *Minette* u. a.) sind so gemein, daß die Weltproduktion daran 32 Millionen Tonnen beträgt, an der sich die United States mit 34%, England mit 26% beteiligen.

Bekanntlich wird reines Eisen fast nur zu Klaviersaiten verwendet; die Praxis der Maschinen, des Eisenbaues und der Waffen fordert härteres, widerstandsfähigeres Material. Man löst daher Kohlenstoff als *Graphit* darin im *Grauguß* oder in geringen Mengen (0,1—0,2%) im *Schmiedeeisen*, oder größere Mengen (1,5%) im *Stahl*, der eine Legierung von Eisen mit Kohlenstoff ist, der man größere Härte als Glas verleihen kann. Durch diese Mannigfaltigkeit hat man einen Stoff, der sozusagen nach Belieben in jede Form gebracht werden kann und dehnbar, hart, elastisch und widerstandsfähig zugleich ist. *Eben darum wurde Eisen zum Universalstoff für jedes Werkzeug, mit dem man andere Stoffe bearbeiten will.* Mit Steinwerk-

zeugen oder hölzernen Maschinen kann man wohl ebensogut arbeiten, aber keine Massenproduktion erzielen. Nur die soeben erwähnten Sonderqualitäten des Eisens gestatten dies. Die Menschheit versuchte, vom hölzernen Pflug angefangen, den ich noch in Ägypten im Gebrauch sah, Schritt für Schritt die Eigenschaften ihrer Werkzeuge, namentlich deren Härte, zu verbessern, und geriet auf diesem Wege zum Gebrauch des *Feuersteins* (der reines *Silicium* ist), der *Nephrite* und *Jadeïte*, dann auf das leicht verhüttbare *Kupfer*, das auch gediegen in der Natur vorkommt, auf die Bronzen und — offenbar vor 5000 Jahren im *Irak* — auf die Eisenbereitung, die lange Zeit Geheimnis besonderer Kasten (die Sagen von *Wieland dem Schmied* deuten auch im germanischen Kulturbereich darauf) blieb, und die erst um das erste Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung Gemeingut wurde. Es ist aber nicht wahr, daß damit eine Ära höherer Kultur begann, denn die Eisenschwerter besitzenden *Kelten* hatten keine höhere Kultur als die von ihnen vertriebenen *Hallstätter* mit ihrer Bronze- und Halbeisenzivilisation oder gar die vielen früheren *Ägypter*, die mit Stein- und Bronzegeräten und hölzernen Maschinen arbeiteten. Es ist aber wahr, daß seitdem das Zeitalter der Kriege nicht mehr endete, und daß nur das chinesische Volk, obwohl es Eisen herzustellen verstand, damit keinen Mißbrauch trieb.

Als die *Verhüttungskunst* so weit vorgeschritten war, daß man Eisen in größeren Mengen mit geringen Kosten herstellen konnte, war die Vorbedingung erfüllt, um zu einer *Massenproduktion von Gütern* zu schreiten. Alles, was mit „Massen" zusammenhängt, entstand seitdem und damit auch die Industrie, deren Früchte unser Zeitalter erntet. Mit diesen Sätzen muß eine Philosophie des Eisens beginnen, die letzten Endes die gesamte Analyse der Gegenwart in sich faßt, denn mit einem nicht ganz heiteren Lächeln werde ich mit jedem meiner Leser übereinstimmen darin, daß erst wir tatsächlich das „eiserne Zeitalter" darstellen.

Neben dem Eisen haben — außer den schon besprochenen *Edelmetallen* — nur noch wenige tief in die Gestaltung des Weltbildes eingegriffen. Für *Zinn* und *Zink* sowie *Kupfer* sind die Tage ihrer elementaren Wichtigkeit vorbei seit der *Bronzezeit* — die annähernd zwei Jahrtausende dauerte und eigentlich heute noch nicht ganz überwunden ist, ja in neuen Legierungen *(Magnalium)* sogar Renaissancen verheißt — wenn auch *Zink* wegen seiner relativen Leichtigkeit (spez. Gewicht 7) als Dachbekleidungsmaterial, barbarischerweise sogar in der architektonischen Ausschmückung die Rolle spielt, die man dem edelpatinierten *Kupfer* gerne gönnt.

Jedes dieser Metalle nimmt seinen Platz im Lebensgetriebe durch eine seiner Sondereigenschaften ein; man verzinnt kupferne Gefäße, weil *Zinn* in feuchter Luft nicht anläuft, was auch die Ursache der Weißblechbereitung ist, man verwendet *Blei* wegen seiner chemischen Trägheit in den chemischen Fabriken, man ließ das *Kupfer* seiner elektrischen Leitfähigkeit halber eine neue Blütezeit erleben, und seitdem *Nürnberg* seine Legierung mit Zink

(18—40%) als *Messing* entdeckt hat, entstanden daraus neue Industrien für ein Prunkbedürfnis, das sich wohl nach Goldglanz in seinem Hause sehnte, ohne den Goldwert dafür anlegen zu können.

Wieder anders trat das *Quecksilber* in den Alltag ein. Da dieses Metall seine Festigkeit schon bei 40° Frost verliert, ist es jedermann nur als Flüssigkeit bekannt; es hat heute nur mehr eine einzige industrielle Verwendung, die nur ihm zukommt, wenn man die Gewinnung des *Goldes* durch Quecksilber nicht dazu rechnen will. Es dehnt sich zwischen 0—100° sehr gleichmäßig aus und empfiehlt sich dadurch als Index für Änderungen des Luftdruckes und der Temperatur.

Anders freilich, wenn man versuchte, es auf das Leben wirken zu lassen. Die Lebensfeindlichkeit der Metalle sprach auch aus ihm, aber in ganz besonderer Art. Nicht jedes Lebewesen wird vom Quecksilber gleich schnell getötet. Diese *Spezifität des Plasmas* ist eine durchgehende, allgemeine Eigenschaft, auf der viele Regelungen und Möglichkeiten des Daseins beruhen. *Arsenik* ist für alle Wirbeltiere ein starkes Gift, aber der *Arsenikkäfer* nährt sich davon. Das Gift des *Fliegenschwammes* tötet die davon fressenden Fliegen, die Schnecken des Waldes verzehren Hut und Stiel des Pilzes mit größtem Behagen. So ist für den Einzeller *Spirochaete pallida,* der im Blut und in den Organen von Menschen lebt, die an *Luës* erkrankt sind, Quecksilber ein weit schrecklicheres Gift als für die Zellen des Menschen, denen es am Ende allerdings auch schadet. Darauf beruhen die antisyphilitischen Quecksilberkuren, durch die seit 400 Jahren zahllose Menschen wenigstens vor den schlimmsten Folgen einer Krankheit bewahrt werden, die vielleicht einst von dem Geschichtsschreiber späterer Jahrhunderte mit Alkoholismus und Tuberkulose als die sichtbarste Folge der Entartung des Menschen bezeichnet werden wird.

Diese Giftigkeit teilt das Quecksilber mit dem *Blei,* dem ersten Metall jener schon besprochenen rätselhaften Endreihe *radioaktiver Stoffe,* deren Zerfall vor allem wenigstens vorläufig den Elementbegriff zerfallen ließ. Sie sind alle Metalle: das *Uran, Thorium, Radium,* aber an sich so spärlich vorhanden, daß man daraus allein auf ihre Unbeständigkeit hätte schließen können. Und indem gerade sie in *Helium, Wasserstoff,* also die Anfangsglieder im System der Elemente zerfallen, legen sie es nahe, daß die nächste Generation das, was heute nur ahnungsweise ausgesprochen werden kann, als Sicherheit in ihr Weltbild einschreibt: Auch das *Urelement, das allen diesen Eigenschaftskomplexen, die soeben vorüberwanderten, vom Wasserstoff bis zum Radium zugrunde liegen muß, beschreibt einen steten Kreislauf durch die Welt der Elemente, in den eigentlich alles eingebaut ist, was der Begriff Eigenschaft nur umfassen kann.*

Damit ist gewissermaßen das oberste Geschoß eines dreistöckigen Unterbaues durchschritten, auf dem die Welt des Sinnenfälligen ruht; zu allertiefst auf Quanten und Elektronen, dann auf dem Fundament der Atom- und

Molekularwelt und zu oberst auf den Elementen. Aus ihnen und ihren Verbindungen setzt sich zunächst die greifbare, allen Sinnen bekannte Umwelt von Luft und Wasser, Stein und Erde, Gestein, Berg und Tal, Fluß und Meer zusammen, aus der allein Lebenspraxis, Religion und Kunstschaffen bisher ihr Weltbild aufbauten, eine Naivität, die der Denker mit gutmütigem Lächeln quittiert. Fließend waren schon bisher die Grenzen, da so manche der Elemente, gleich den Bestandteilen der Luft, sich unmittelbar in die Zoësis einmengten, andere in der Natur überhaupt nicht in elementarem Zustand vorhanden sind. Aber noch mehr verschwommen sind die Grenzen der weiteren Integrationsstufen. Darauf unfruchtbar bestehen mag doch nur ein Pedant; wichtiger ist es, sich der gesetzmäßigen Zusammenhänge bewußt zu werden, die zwischen diesen Dingen in unserer Vorstellung bestehen.

Da ist die erste und wichtigste aller Flüssigkeiten, das *Wasser*, dessen Unentbehrlichkeit der Mensch einst nicht besser zum Ausdruck bringen konnte als dadurch, daß er es als *Element* in seine Begriffe aufnahm und heute noch so in seiner Redeweise führt.

Wasser, die Verbindung H_2O im Verhältnis von 2:15,879, deren wundervolle kristallinische Vollendung die Schneeflocken (Abb. 31) zeigen mögen, ist nicht farblos, sondern blau mit grünlichem Einschlag und nur zwischen 0—100° flüssig. Darunter ist es kristallinisch fest, darüber hinaus gasförmig. Und schon in der Zoësis kommt es in allen drei Daseinsformen zum Sein. Danach unterscheiden wir *Arktis* und die *ewige Schneezone der Gebirge*, Wolken, Eisberge, Meere, Flüsse, Seen, Kristallwasser und nutzen die daran gemachten Erfahrungen für Schwimmen, Schiffahrt und *Dampfmaschinen*, welche die Eigenschaft des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, Dampf von verschiedenem Druck auszusenden *(Dampftension)*, für ihre Zwecke verwenden.[45])

Im Haushalt der Natur spielt diese Verbindung eine so hervorragende Rolle, daß man sie getrost als die wichtigste aller chemischen Verbindungen bezeichnen kann und zugleich auch vielleicht als die verbreitetste, weil selbst die trockenste Luft in der Troposphäre zum mindesten 20% Wasserdampf enthält, die Erdoberfläche aber ohne das Süßwasser zu drei Vierteln mit Wassern von mehreren hundert bis 10000 Metern Tiefe bedeckt ist. Auch alle Gesteine enthalten Kristallwasser (bis zu vielen Perzent), und weitaus der wesentlichste Gewichtsteil der lebenden Wesen ist Wasser. Es entbehrt daher durchaus nicht eines tieferen Sinnes, wenn *Thales* der Ionier lehrte, aus dem Wasser komme alles.

Freilich sind das nur Kenntnisse, aber kein Verständnis. Ein solches beginnt erst mit der Erinnerung aufzudämmern, daß das Wasserstoffatom (dessen Verhältniszahl nur wegen seiner Kleinheit so ungünstig ins Gewicht fällt) dem Uratom der Dinge nahesteht, wenn es nicht als solches betrachtet werden darf, in welchen Gedankengang es dann durchaus hineinpaßt, daß man Sonnen kennen gelernt hat, die nur aus Wasserstoff bestehen.

Wasserstoff findet sich, wie schon bemerkt, im Wasser zu 11% und unterscheidet sich vom Wasser eigentlich nur dadurch, daß er viel leichter ist (1 Liter wiegt 0,08987 g, 1 Liter Wasser von 4° aber 1 kg) und bei zoëtischer Temperatur schon gasförmig aufsteigt.*)

Im Lichte dieser Erinnerung wird die Phantasie, die stets der Forschung vorausgehen muß, annehmen müssen, daß die Erde früher mehr Wasserstoff besaß als jetzt, wovon die Wasserstoffatmosphäre an den Grenzen der Stratosphäre ein Überrest ist, der sich dann mit den Sauerstoffmengen zu einem Urmeer vereinigte, das im steten *Kreislauf* der Aggregatzustände durch alles irdische Sein der Erde pulst. Wasser ist wohl erst ein Sekundärzustand auf einem Weg, dessen weitere Etappen zu Begriffen führen wie dem des in den Gesteinen und Dingen festgehaltenen *Imbibitionswassers*, das auch unsere Zellen durchtränkt und dem sonstigen Wasserkreislauf entzogen ist. Daß das in der Natur vorkommende Wasser nicht dem Idealbegriff H_2O entspricht, hat damit nicht das geringste zu schaffen. Die etwa 3,6% gelöster Stoffe, die Seewasser enthält, auch der Sauerstoff und Stickstoff, der in Regenwasser gelöst ist, das *Ammoniumnitrat*, der Staub, die Kohlensäure, die Eisenverbindungen, das *Kalziumkarbonat*, die alle im Wasser nachgewiesen werden können und seine Farbe von reinem Blau in Grün, Gelb und in Mischfarben abändern, hängen nur mit der Eigenschaft des Wassers zusammen, Suspensionen wenigstens eine Zeitlang flottierend zu erhalten, namentlich dann, wenn sie durch Steigerung der Oberflächenenergie sich in kolloidale *Lösungen* verwandeln.

Was eine Suspension ist, das zu verstehen, bereitet niemandem Schwierigkeiten, um so mehr aber der Begriff der *Lösung* jedermann in dem Maße, in dem er tief in seinen Gegenstand eindringt. Es ist der Begriff des *Ions*, bisher von uns nur flüchtig gestreift, der damit Erklärung heischt.

Wenn man Kochsalz ins Wasser wirft, entsteht eine Lösung, nämlich außer Salz und Wasser ein Drittes, das einheitlich, eben die Lösung ist. Diese wird von der Elektrochemie nicht mehr als ein reines Gemisch von Wasser- und Kochsalzmolekülen angesehen, sondern an Stelle des Kochsalzes sind die Ionen (Na $\oplus$ und Cl $\ominus$) getreten. (Vgl. Abb. 60.)

So lautet die im Jahre 1887 von *Arrhenius* aufgestellte *Ionentheorie*, die dem Wasser eine eigentümliche, nur als Integrationserscheinung deutbare Eigenschaft zuschiebt. Sie faßt die Beobachtung zusammen, daß sich *Säuren*, *Basen* oder *Salze*, die man in Wasser bringt, von da ab anders verhalten als in trockenem Zustand. Ihre Moleküle scheinen in selbständige Teile gespalten zu sein. Man kann die verschiedensten Stoffe dazu verwenden und wird immer denselben Ablauf des Vorganges finden. *Säuren* spalten z. B. stets den ihnen in allen Fällen innewohnenden *Wasserstoff* ab,

*) Seine kritische Temperatur ist — 234°, der Schmelzpunkt — 260°, der Siedepunkt — 252,5°.

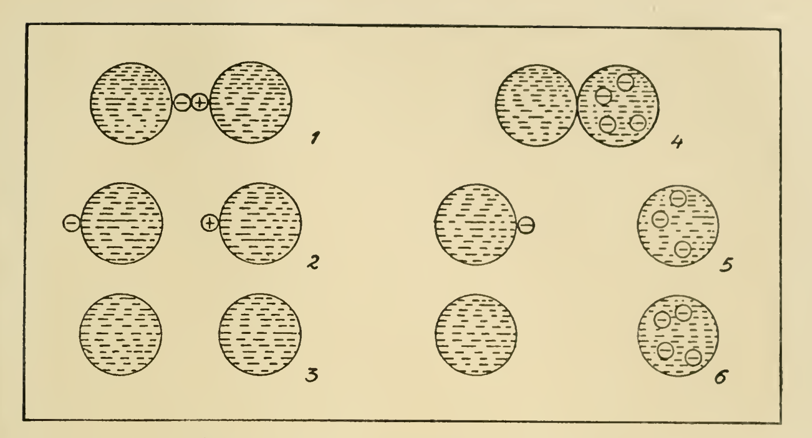


Abb. 60. Schema zur Erläuterung der Ionenbildung

1 Chlornatrium (Kochsalz)-Molekül
2 Chlorion und ein Natriumion
3 Chloratom (links) und Natriumatom (rechts)
4—6 Dieselben Begriffe wie 1—3 in anderer Vorstellung, wozu die Chemie volle Freiheit hat

der sich durch sauren Geschmack und Rotfärbung von *Lackmuspapier* kundgibt. Es scheint also der Lösungsvorgang in Wasser gewisse Gruppen im Molekül aufzuspalten. Das läßt sich beweisen, wenn die Zahl der Teilchen dadurch größer wird, also in der Lösung größere Wirkungen eintreten also vorher, etwa ein größerer Druck (vgl. Abb. 60).

Dies ließ sich nun wirklich nachweisen. In Lösungen herrscht ein oft enormer Druck, den man den *osmotischen Druck* nennt; mit ihm im Zusammenhang tritt auch Erhöhung der Siedetemperatur und Erniedrigung des Gefrierpunktes ein.

Das weiß, wenn auch nicht mit wissenschaftlichem Verständnis, jeder Seemann; denn es ist ihm wohlbekannt, daß Meerwasser, diese natürliche Salzlösung der Natur, viel schwerer gefriert als Süßwasser und auch erst dann nach Ausscheidung des Salzgehaltes. Das Eis der Polargegenden ist salzfrei, was, wie wir bereits wissen, mit den Kristallisationsgesetzen zusammenhängt.

Da nun alle Lösungen *Elektrolyte*, d. h. elektrische Leiter sind, geriet *Arrhenius* auf den Gedanken, daß bei der Aufspaltung *(Dissoziierung)* der Moleküle den gespaltenen Teilchen sich *Elektronen* beigesellen, und wirklich zeigte sich das bewahrheitet. Die dissoziierten Teilchen sind zum Teil positiv, zum Teil negativ geladen, und das soll durch die Bezeichnung *Ion* und das Zeichen ⊕ und ⊖ ausgedrückt werden. Allerdings ist die elektrolytische Eigenschaft der Ionen nur eine von den vielen, die meist chemischer Natur sind.

So kann man denn mit gewissem Rechte sagen, die gelösten Stoffe befänden sich in einem ähnlichen Zustand, wie wenn sie gasförmig geworden wären. Ihre Moleküle haben eine erhöhte Beweglichkeit, sonst könnten sie nicht gesteigerten Druck ausüben, und sie würden auch nicht viel schwerer in die herabgesetzte Ruhelage gebracht werden, die dem Gefrieren entspricht.

Damit blickt man nun erheblich tiefer in den Zustand des in der Natur vorkommenden Wassers hinein, da dieses (mit Ausnahme frischgefallenen Regens) stets ein Elektrolyt ist, der irgendwelche Stoffe gelöst hat, die sich in ionisiertem Zustand darin befinden und immer wieder ausgeschieden werden. Dazu kommt, daß es außerdem noch als Suspension getrübt ist und auch diese Sinkstoffe ständig ablagert. Aus Lösungen und Suspensionen (man erinnere sich an einen durch Hochwasser geschwellten Fluß) kommen die *Sedimente* zustande, die einen so überwiegenden Teil, nämlich mehr als $^5/_6$ der Erdoberfläche bedecken, daß man mit Recht sagen kann, die Erdrinde bestehe eigentlich aus Wasser und seinen Absätzen. (Vgl. Abb. 71.)

Was man gemeinhin *Schlamm, Kies, Lehm (Geschiebelehm), Kalkstein, Ton- und Glimmerschiefer, Sandstein, Mergel, Kreide* (Abb. 53), *Sand* nennt, und was man früher als neptunische Gesteine zusammenfaßte, das alles sind Sedimente. Ein Blick auf seine Umgebung wird jedem sagen, welche Bedeutung ihnen im Naturbild zukommt. Auf der anderen Seite der Gesteine stehen nur *Granit* (Abb. 62), *Syenit, Gneis,* die *Porphyre* (Abb. 61), *Melaphyre* und *Laven* (vgl. Abb. 66), die alle aus dem Reiche Plutos stammen, aber auf einer geologischen Karte der Erdoberfläche eingezeichnet nur einzelne Nester und Horste darstellen.

Dabei ist die allgemeine Regel, daß die *Flüsse* selbst keine Sedimente schaffen, außer in ihren Mündungsästuarien, wo sie die mitgeschleppten Sinkstoffe ablagern, und in ihrem Niederlauf, wo sie grobe *Gerölle* und auch *Sandbänke* aussieben. Ihre Hauptaufgabe besteht viel mehr in der Verteilung des Materials, das ihre lebendige Kraft von den Hochländern herabholt. Nachdem durch die Rotation der Erde die Flüsse ihren Lauf, auch abgesehen von lokalen Ursachen, ständig verlagern, überschütten sie auf diese Weise sehr ansehnliche Gebiete, theoretisch sogar das ganze Festland mit ihren *Alluvionen.* Wie bemerkenswert diese Tätigkeit sein kann, mag man daraus ersehen, daß der breite Gürtel *fluvioglazialer Gerölle,* der sich vom *Bodensee* durch ganz Schwaben und Bayern bis gegen *Salzburg* am Nordfuß der Alpen hinzieht, eine solche deckenförmig ausgebreitete Ablagerung von Kiesen und Sanden mit Lehm ist, welche die Schmelzwasser seinerzeit nach dem Rückzug der in die Ebene vorgetretenen alpinen Gletscher aus dem Material der *Moränen* bereitet haben. Oder, um ein anderes Beispiel zu nennen: es ist auch ganz *Berlin* in seiner breitesten Erstreckung auf Sedimenten erbaut, welche durch die Wasser der nacheiszeitlichen Urströme verschleppt wurden. Noch ansehnlicher sind die *Mün-*

dungsdeltas der großen Ströme, von denen einzelne, wie die des *Amazonas*, des *Orinoko* oder des *Mississippi*, des *Nils* und der *Donau*, des *Ganges* oder der *Wolga* länderweite Territorien bedecken und durch die fruchtbaren Ton- und Lehmablagerungen wiederholt zur Wiege der Kultur, gleich dem Nildelta oder dem Zweistromland *(Mesopotamien)* zwischen *Euphrat* und *Tigris* geworden sind.

Trotzdem steht das alles zurück hinter den Sedimenten, welche das Meer ablagert, wenngleich zugestanden werden muß, daß ein nicht unansehnlicher Teil seiner Leistungen eigentlich ohne die Flüsse nicht denkbar wäre. Der *Dünensand* und der schon genannte *blaue Schlick*, der unter Umständen auch rot sein kann (Laterit), wie im Mündungsbereich der südamerikanischen Riesenströme, oder gelb, worauf der Name des ostasiatischen *Gelben Meeres* deutet, ist als küstennahe Ablagerung nichts anderes als das Letzte an *„Flußtrübe"*, das dem Meer von den Kontinenten her zukommt. Und auch der Kalk, der rote Ton und die kieselsauren Sedimente, aus denen alle sonstigen marinen Ablagerungen bestehen, sind letzten Endes das durch die Flüsse zerriebene Material der Gebirge, das im Meer eben nur zur Ausscheidung kommt. Ohne Kalkgebirge keine Kalktiere, kein Globigerinenschlamm, keine Korallen und kein roter Ton, ohne Granit und Sandsteingebirge keine *„Schorre"* am Seestrand und keine *Dünen* (vgl. die farbige Beilage „Das Meer" von Alf Bachmann), ohne Quarzitgesteine und Silikate kein *Diatomeenschlamm* und *Kieselschiefer*, so wie auch ohne die genannten marinen Ablagerungen kein Baumaterial für Sand, Sandstein, Kalkbänke und Tonschiefer der kommenden Zeiten ebensogut wie der Vergangenheit dagewesen wäre.

Auf einer höheren Integrationsstufe sieht man da wieder in einen der großartigsten Kreisläufe hinein, in den der *Sedimentgebirge*, und erkennt wieder einmal, nachdem er den des *Kalkes* und den des *Siliciums* in sich schließt, *daß es auch eine Integration der Integrationen geben muß*, daß das Gesetz also wirklich universell gültig ist.

Die genannten Niederschläge sind nun durchgängig Suspensionen, die allmählich zu Boden sinken. Außer ihnen gibt es aber auch chemische Niederschläge, die erst nach dem Verdampfen des Meereswassers sichtbar werden. An vielen Stellen der Erdoberfläche kann man sich unmittelbar davon überzeugen und daraus einen Rückschluß auf die Vergangenheit dort ziehen, wo man solche Niederschläge im großen angehäuft findet.

Das erste Gesetz dieser chemischen Lösungsbestandteile im Meerwasser ist, daß, gleichviel ob an der Oberfläche oder in der Tiefe, ob aus kaltem oder warmem Wasser stammend, das Mischungsverhältnis der verschiedenen Verbindungen stets das gleiche bleibt. Immer sind 89% aller Salze Chlorverbindungen, und zwar 78% Kochsalz, 11% *Chlormagnesium*, 4% Bittersalz *(Magnesiumsulfat)*; 3,5% sind Gips und nur 0,3% kohlensaurer Kalk, während im Süßwasser der Kalk bis zu 60% der festen Bestandteile

12*

ausmachen kann. Aus diesen Ziffern leitet sich im Gegensatz zu der hier vertretenen Ansicht von den Flüssen als den Salzlieferanten des Meeres eine unter anderen von *Pahde* vertretene Lehre ab, das Salz sei ein Urbestandteil des Meerwassers, der im Laufe der Zeit erst dann so stark hervorgetreten sei, seitdem sich so gewaltige Mengen Wasser als Kristallisationswasser im Erdinnern verborgen haben.

Dieser Zusammenhang des Salzgehaltes bringt es mit sich, daß Meerwasser ekelerregend salzig und bitter zugleich schmeckt. Übrigens sind auch noch viele andere Stoffe darin gelöst, so unter anderem *Gold.* Wenn auch seine Menge nicht gewinnenswürdig ist, so beträgt sie angesichts der Wassermasse der Weltmeere doch so viel, daß auf den Kopf der 1700 Millionen Menschen, die es gibt, je 3,5 Millionen Friedensmark kommen würden.

Die Verteilung aller dieser Stoffe ist keineswegs gleichartig, und danach wechselt auch Farbe, Art, Temperatur der einzelnen Meere, die in den verschiedenen Klimaten auch höchst wechselnden Einflüssen unterworfen sind. Schon die geographische Situation bringt es mit sich, daß ein Binnensee gleich dem *Kaspischen Meere,* ja auch nur das *Mittelländische Meer* oder ein zwischen Wüsten langgestreckter Streifen, wie das Rote Meer, sich ganz anders gestalten muß als die weiten Räume der Weltmeere, von denen einzelne, wie der *Südpazifik,* auch dem eilenden Dampfer (die Dampfer *San Franzisko—Sydney* brauchen 26 Tage) Wochen hindurch nur Wogen und Himmelsblau entgegenstellen. Neben der Wärme steigert der Wind den Salzgehalt, während die schmelzenden Eisberge an den Grenzen der Polarmeere oder mächtige Flußmündungen, wie an der Ostküste *Südamerikas* oder vor *China* ihn merkbar erniedrigen.

So hat, um nur ein Beispiel zu nennen, die *Ostsee* einen Salzgehalt unter 7‰*), die Küste von *Neufundland* unter 31‰, der mittlere Teil des *Atlantik* dagegen 36—37‰, während die Gewässer um *Kreta* und an der *syrischen* Küste überaus salzig (über 39‰) sind. Dabei ist der Atlantik salzreicher als die anderen großen Weltmeere. In allen aber ist von 100 m Tiefe abwärts der Salzgehalt durchwegs gleichförmig 35‰. Dieser Salzgehalt scheint nun außer der Temperatur auch die Fähigkeit des Meerwassers, Luft zu absorbieren, zu mindern. Je kühler das Wasser ist, desto mehr Luft kann es aufnehmen, was jedem Reisenden wenigstens dadurch sichtbar wird, daß das Kielwasser in der Nordsee weit mehr Schaumperlen aufwirft als im Mittelmeer. Das hat eine sehr wichtige Folge. Kaltes Wasser ist besser durchlüftet; es bietet den Organismen, vom Einzeller bis zu den Fischen aufwärts, vorteilhaftere Lebensbedingungen. Daraus erklärt sich aber wieder die Tatsache, daß *Kieselalgen* und *Plankton* in den Nordmeeren derartige Mengen Nachkommen produzieren, daß das blaue Wasser

---

*) Im *Bottnischen Meerbusen* sogar nur 3‰, im *Roten Meer* dagegen 41‰.

Abb. 61. Die Struktur des Porphyrs (Bozen)

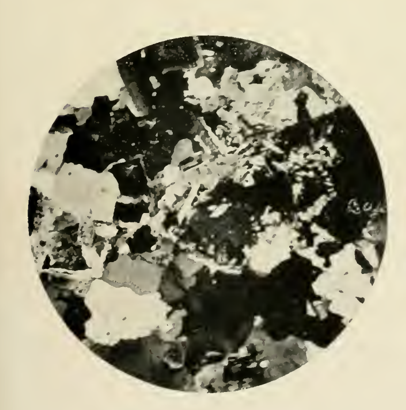


Abb. 62. Granitdünnschliff von Striegau
Originalaufnahme



Abb. 63. Mikroskopisches Bild von
Feldspat

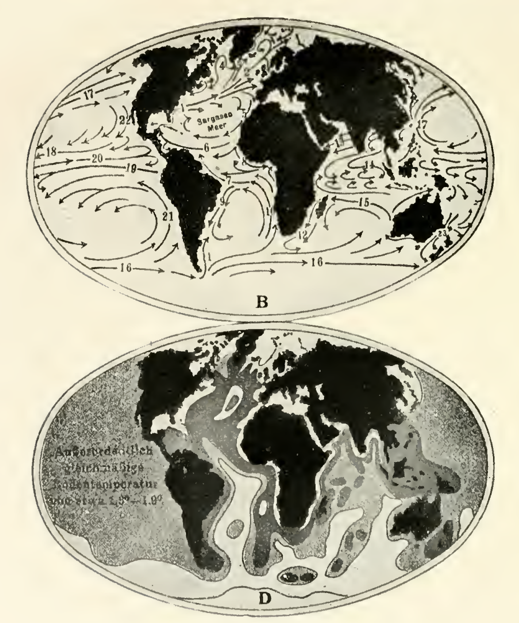


Abb. 64. Die Verbreitung der Meere auf der Erdoberfläche

B stellt die wichtigsten Meeresströmungen, darunter den Golfstrom (1–6) dar, D die Temperaturen am Meeresboden. Die dunklen Stellen der Meere sind kalt (bis 1,9°), die hellen Stellen an den Kontinenten wärmer (bis 5° C). (Nach G. Schott)

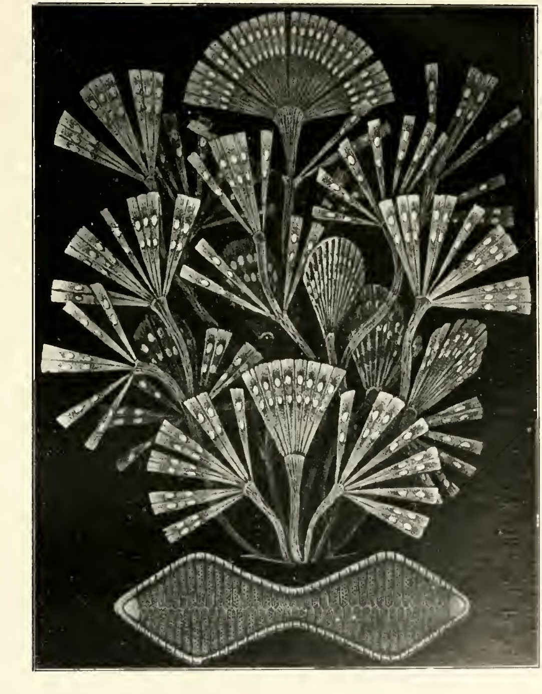


Abb. 65. Licmophora flabellata

Eine sozial lebende Kieselalge des Meeres als Vertreter der „Kunstformen der Natur". (Vergrößert nach Haeckel)

durch sie, die meist gelbe Farbstoffträger besitzen, grün gefärbt erscheint; daraus erklärt sich ferner der (allerdings durch großindustrielle Fangmethoden sich bereits lichtende) einst scheinbar unerschöpfliche *Fischreichtum (Heringszüge)* der kalten Meere. Gelb und Grün ist übrigens die einzige Farbe, die das Meerwasser außer dem tiefen, manchmal fast tintendunklen Blau tatsächlich annimmt, obwohl Phantasie und Sprachgebrauch ihm eine ganze Palette von Farben andichten.

Wenn die Bezeichnung „*Weißes Meer*" nicht auf eine Kapelle am Ufer zurückgeht, wie behauptet wird, dann ist sie überhaupt unerfindlich, ebenso wie die des „*Schwarzen Meeres*", das ebenso blau ist wie die andern. Auch das *Rote Meer* schimmerte mir ebenso blau entgegen wie die klassischen Gewässer *Homers*, und von der rotfärbenden *Alge Trichodesmium*, von der in allen Büchern zu lesen ist, fand ich keine Spur. Das einzige Gesetz hierin ist: *Je durchsichtiger das Meerwasser ist, desto blauer erscheint es unserem Auge; je trüber, desto grüner ist es.* Und auch Warmwasser und Kaltwasser hat darauf nur auf dem oben angegebenen Umweg Einfluß, trotzdem darin die Weltmeere die denkbar größten Unterschiede aufweisen.

Als Lösung kann das Meerwasser sich bis zu 0° abkühlen, ohne zu erstarren, während im Binnenland Wasser bei 4° am dichtesten ist. Es gibt also in den *Polarmeeren* Zonen, in denen 3° unter Null gemessen werden konnten, während als anderes Wärmeextrem der *Persische* Meerbusen, auch das *Rote Meer* Temperaturen von $35{,}6^{\circ}$ aufzuweisen haben. Die allgemeine Durchschnittstemperatur der Weltmeere entspricht genau derjenigen, an die unser Leben optimal angepaßt ist, was natürlich nicht auf einem Zufall beruht. Sie beträgt nämlich $17^1/_2{}^{\circ}$, und mehr als ein Drittel der Meere erfreut selbst im kältesten Monat noch mit 22°, gestattet daher auch nach dem Wärmegesetz des Kalkes den *Korallen* das Bauen. (Vgl. Abb. 55.) In der Tiefe sinken diese Zahlen. Schon in 30° n. Br. hat das Wasser bei 150 m Tiefe nur mehr 20°, und in 4000 m Tiefe ist es ziemlich überall gleichmäßig kalt ($1^1/_2$—$2^1/_2{}^{\circ}$) mit einziger Ausnahme des *Mittelländischen Meeres*, das bis in seine größten Tiefen (4400 m im Jonischen Meer) noch $13{,}5^{\circ}$ C warm ist, woraus man mit ziemlicher Sicherheit glaubte schließen zu können, daß es seit dem Tertiär noch niemals wesentlich abgekühlt wurde, also keine Eiszeit erlebt hat.

Wenn man nun sagt, daß $^7/_{10}$ der Erdoberfläche vom Meere bedeckt seien, so ist das eine Schätzung, weil uns von den 510 Millionen Qudratkilometern der Erdoberfläche am Nordpol noch 3, am Südpol sogar 13 Millionen Quadratkilometer unbekannt sind. Da nun *Peary*, dem man die Entdeckung des *Nordpols* doch wohl zubilligen muß, dort selbst in 2740 m Tiefe noch keinen Grund gefunden hat, so dürfte die Arktis fast ganz dem Ozean zuzurechnen sein, während alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß der Südkontinent, der sechste Erdteil, jener terra incognita von 13 Millionen km^2 zuzuschieben ist.

So darf man wohl sagen, daß der Ozean 361 Mill. Quadratkilometer bedeckt, und jeder weiß, daß man vom Globus eine Ansicht gewinnen kann (vgl. Abb. 64), die eine reine Wasserhalbkugel dem Auge darbietet. Ihr Gegenstück, die Landhalbkugel (die allerdings noch immer zu 51% von Wasser bedeckt ist) hat ihren Pol im *südlichen* Frankreich, und schon das allein macht es verständlich, warum sich um das Mittelmeerbecken herum das eine Zentrum der Menschenbesiedelung, das andere aber zwischen *Indien* und *China* ausgebildet hat. So hat die Erde selbst der Kultur das Gesetz vorgeschrieben. Diese Betrachtungsart lehrt aber zugleich, daß die vielen Meeresnamen nur Flickwerk ihrer Entdeckungsgeschichte sind, und daß es in *Wirklichkeit nur ein einziges Weltmeer gibt*[46]), in dem *Australien* und die *Antarktis* als Inseln schwimmen, und für das der *Atlantische Ozean* nur ein Golf mit der Bucht des *nördlichen Eismeeres* ist. *Nordsee* und *Ostsee* oder das *Mittelmeer*, sie, die im Leben des Menschen eine bestimmende Rolle spielen, sind für die Erde als Ganzes unbedeutende und ihr Dasein auch in keiner Weise bestimmende Anhängsel des Weltmeeres. Das geht schon daraus hervor, daß sie, mit Ausnahme des Mittelmeeres, geradezu seicht sind (Nordsee 200 m, Ostsee noch weniger), wie man denn überhaupt trotz aller imponierenden Zahlen niemals vergessen darf, daß, wenn man die größte Meerestiefe auf einem plastischen Globus mit zehn Millimetern auftragen würde, dieser Erdball immerhin noch einen Durchmesser von 12 750 Millimetern besitzen müßte! Allerdings wären die höchsten Gebirge dann auf ihm auch nicht ganz neun Millimeter hoch (vgl. Abb. 49).

Der oft gebrauchte Vergleich, daß Meerestiefen und Bergeshöhen für die Erde noch nicht so viel bedeuten wie eine ganz kleine Runzel auf einem glatten Apfel, ist nur dann richtig, wenn man sich einen recht großen Apfel vorstellt. Wichtig ist es, sich hiervon ein anschauliches Bild zu machen, denn es wirkt dann als Korrektiv gegenüber den sehr phantastischen und „leichtfertigen" Vorstellungen von *Scholleneinbrüchen* (vgl. Abb. 15) und „Schrumpfung des Erdballs" infolge seiner Abkühlung. Jedenfalls läßt sich das eine angesichts dieses Bildes mit Sicherheit sagen: *Irgendwie merklich ist der Erdball bis heute noch nie geschrumpft.* Es ist daher nur an der Zoësis gemessen überwältigend, in die unterseeischen Schluchten und Gebirgswelten hineinzublicken, wie sie durch *Lotungen* nach und nach erschlossen wurden, die mit übermenschlicher Geduld viele Jahrzehnte hindurch angestellt wurden, wenn auch noch Jahrhunderte nötig sein werden, um sich ein richtiges Bild von der Gestaltung des Meeresbodens zu machen.*)

Es sind daher noch recht korrekturfähige Anschauungen, wenn man die *Gesetze des unterseeischen Bodenreliefs* in etwa folgendem sehen will.

*) Um ein Quadrat von 100 km Seitenlänge auszumessen, sind Einrichtungen und Arbeiten nötig, die 40—50 Millionen Mark vor dem Kriege kosteten!

Gleichwie auf den Erdteilen das Flachland überwiegt, so scheint auch die Tiefsee ausgedehnte Ebenen aufzuweisen. Wahrscheinlich sind die Meeresbecken überhaupt Senkungsfelder; mit anderen Worten, sie sind deshalb Ozean, weil sie die tiefsten Stellen der Erdrinde sind. Offenbar (man schließt dies aus der großen Zahl *unterseeischer Vulkane* [vgl. Abb. 71]) haben große Berstungen der Erdrinde stattgefunden, durch die sich submarine *Grabentäler* von unerhörten Ausmaßen bildeten, nach Art des *Rheintales*, das auch ein eingesunkener Graben zwischen den stehengebliebenen Pfeilern der *Vogesen* und des *Schwarzwaldes* ist. Nun kennt man ja einen solchen unterseeischen Graben ganz genau. Die Geographie nennt ihn den *Guamgraben* östlich von den *Marianen*, dessen größte Tiefe 9636 m beträgt, während seine „Ufer" teilweise noch um 490 m aus dem Wasser emporstehen. Solche Rinnen ziehen sich auch die südamerikanischen Anden entlang; dort senkt sich die Erde von einem 6600 m hohen Vulkangipfel in einem Zug bis 7635 m Tiefe. Auf unserem Modellglobus wäre hier die größte Unebenheit der Erde. Sie betrüge 14 mm! Viele Inseln des *Pazifik* sind in diesem Sinne nichts als Einzelgipfel von Gebirgsrücken, so die *Kermadec-* und *Tongainseln*, welche Neuseeland fortsetzen und ein Gebirge von 2000 km Länge darstellen, dessen Täler 8000—9400 m tief sind. Bei den *Philippinen* liegt das tiefste Tal des Meeres mit 9788 m. Vor *Portoriko* im *Atlantik* liegt dessen tiefste Stelle mit 8500 m. Der ausgedehnteste dieser Gräben dehnt sich von *Ostasien* bis zu den nordamerikanischen Nordküsten.

Wie große Flüsse ziehen sich diese unterirdischen Täler dahin, nur sind sie länderbreit und lassen große Flußtiefen, und die 30 Meter, die der *Rhein* beim *Loreleifelsen* tief ist, erscheinen wie etwa ein Nadelstich gegen einen Brunnen.

Wichtig waren solche Forschungen und Erkenntnisse schon deshalb, weil sie die Sicherheit gaben, daß die *Kräfte der Gebirgsbildung und des Vulkanismus auch im Meer tätig waren* und seinem Boden ein teilweise noch viel unruhigeres Relief verliehen, als es dem Festland eignet, zumal ja unter Wasser die Abtragung und Einebnung, die oben im Licht alle Gebirge begräbt, nahezu völlig fehlt. Im ganzen genommen, ist der Meeresboden ein Wassertrog. Denn, wenn man sich die Festländer eingeebnet dächte, käme man zu einer mittleren Gesamterhebung von nur 800 m, während aber die mittlere Tiefe der Weltmeere 3700 m beträgt! Wie ein Gesims, das die Kontinente umrandet, dehnt sich vor allen Erdteilen der „Schelf", die Flachsee, die nicht tiefer als 200 m ist. Alte Landflächen sind dies, die in der geologischen Neuzeit von Wasser überspült wurden. Ihnen gehört mit einer geringen Ausnahme die ganze *Nordsee*, wie viel mehr erst die ganze *Ostsee* an, die daher vom Standpunkt des Ozeanographen aus gar keine richtigen Weltmeere, sondern nur *Überspülungsseen* sind. Gegen dieses ganz unvorstellbar große Becken voll Wasser, das man das Welt-

meer nennt, kommen alle übrigen *Flüssigkeiten*, die es sonst noch auf Erden gibt, für das Erdganze kaum in Betracht. Selbst die großen Rinnen des Ozeans würden, von einem anderen Gestirn aus gesehen, etwa vom Monde aus, sich ebensowenig eindrucksvoll kundgeben, wie die irdischen Hochgebirge, denen wenigstens ihr Schatten Relief verleiht. Vielleicht würden diese Rinnen gerade mit Mühe und Not wie Spinnewebfäden ein zartes Netz durch die Wasserfläche schlingen und eine gewisse Ähnlichkeit mit den so viel besprochenen *Marskanälen* (Abb. 47) vortäuschen. Die geographisch nicht geschulten Astronomen, die leichthin von Kanälen auf dem *Mars* (auch auf der *Venus*) sprechen (vgl. Abb. 67), vergessen ganz darauf, daß das gesehene Bild in Wirklichkeit auch ähnliche Dimensionen haben müßte, wie der Guamgraben, daß also jeder Kanal mehrere hundert Kilometer Breite und 8- bis 10 000 m Tiefe haben müßte, um überhaupt merkbar zu sein. Daß solche Ausmaße Werke einer intelligenten Hand von Menschenart sein könnten, ist ausgeschlossen; nur daran kann man nicht zweifeln, daß auch auf dem *Mars* wie auf verschiedenen anderen Planeten ebenfalls Wasser vorhanden ist, das man sogar in der Form von *Schneeflächen* wahrnehmen kann.

Es ist ein Problem, dem man als solchem kaum noch Aufmerksamkeit geschenkt hat, daß es außer Wasser auf der Erde nicht eine Flüssigkeit gibt, die nicht mit dem Leben zusammenhängt. Alle *ätherischen Öle, Alkohole, Harze* oder sonstwie flüssigen Körper sind entweder Lebensprodukte oder Lösungen fester Stoffe in Wasser. Das gilt auch von dem *Erdöl (Petroleum)*, das eine Mischung von *Kohlenwasserstoffen* der *Paraffinreihe* ist, die — so wenig man auch noch ihren Ursprung endgültig kennt — zweifelsohne Reste sind von unter günstigen Umständen erhalten gebliebenen Tieren (und vielleicht auch Kieselalgen). Aber was sind die 500 000 Hektoliter, auf die man die jährliche Weltproduktion schätzt, gegen die etwa dreißig milliardenfache Menge des Wassers? Doch nur ein Tropfen gegen einen großen See.

Man hat, und zwar meiner Ansicht nach mit gutem Recht, die Meinung vertreten, daß Wasser imstande sei, alle Substanzen der Erde in Lösung zu bringen. Jedenfalls gilt das eine, daß ein so spröder Stoff wie das *Silicium*, das als Bergkristall Inbegriff und Sinnbild strahlender Festigkeit ist, in solch gigantischen Mengen im Süß- wie im Salzwasser gelöst ist, daß sein *Kreislauf*, der uns bei diesem Gemälde der Welt schon wiederholt entgegentrat, sich ebenbürtig neben den des Kalkes stellt.

Was dort die Kalktiere und Kalkalgen, sind hier die *Kieselalgen (Bacillariaceen, Diatomeen)*, *Kieselschwämme* und ein Teil der *Radiolarien*, auch gewisse höhere Pflanzen, wie *Schachtelhalme (Equisetaceen)* und *Gräser*, die Kieselsäure aus ihrer wässerigen Lösung aufnehmen und rein abscheiden, oft in organischer Form aufs herrlichste durchgeprägt (vgl. Abb. 65), so daß ihre Erzeugnisse zu den mit Recht bewunderten sogenannten „*Kunstformen der Natur*“ zählen.

Wenn nun diese Schalen, Gehäuse und Zellhäute, die manchmal so viel Silicium enthalten, daß man sich an einem Schilfhalm wie mit einem Messer die Hand zerschneiden kann, wieder hinabsinken zu den Toten, verwesen sie nicht, sondern bleiben, in der Erdrinde zugedeckt und dem Wasser entrückt, Jahrmillionen hindurch aufbewahrt. Man hat aus derartiger *Kieselgur* einen Industrieartikel gemacht, kennt fossile Kieselalgen seit der *Steinkohlenzeit* und noch älteren Erdepochen und hat sich zu der Ansicht durchgerungen, die *Feuersteine*, die in triassischen und tertiären Geschieben, auch in der *Kreide* (Abb. 53) so überaus häufig sind, daß sie einst das wichtigste Werkzeugmaterial des Urmenschen gewesen, seien nichts als zusammengesinterte Reste von Kieselschwämmen.

Wenn aber Wasser diese Lebensreste, die in die Sedimente übergehen, genügend lange überspült, löst es davon solche Mengen (25 000 Teile, 4 Teile), daß die Kleinpflanzen und Tiere immer wieder Baustoff für kommende Generationen entnehmen können. Dies beginnt namentlich schon an den kohlensäurereichen Bergquellen, deren Wasser reich mit Silicium beladen sein kann, das dann aus dem Gebirgsmaterial dem Leben sofort die Baustoffe für sein Kunstschaffen beut.

Ist doch *Silicium* für die anorganische Welt ebenso charakteristisch wie der *Kohlenstoff* für die organischen Verbindungen. Sein Oxyd (SiO_2), die Kieselsäure, ist das, was man gemeinhin *Sand* nennt oder, mineralogisch gesprochen, *Quarz*, der als *Quarzit* oder Sandstein ganze Gebirgsmassen, als Gemengteil mit den Silikaten (vgl. S. 169) dagegen so ziemlich die ganze Erdrinde miterbauen half.

Ein wunderbarer Stoff ist dieser Quarz. Ob nun wir Menschen ihn in feste Flüssigkeit verwandeln (Na_2O, CaO, $6\ SiO_2$), indem wir Natriumkarbonat, Kalkstein und reinen Sand zu *Glas* zusammenschmelzen (was sich übrigens auch in der Natur in *Blitzröhren* und *Vulkanröhren* von selbst bilden kann, so daß Glasbereitung eigentlich eine *Biotechnik* ist), oder ob wir *Mörtel* herstellen aus dem gelöschten Kalk, Wasser und einer Menge Sand, der sich zu „Kalkfels“ erhärtet und also eigentlich ein künstliches Gestein ist, ob wir *Zement* bereiten aus einem Gemisch von Kalkstein und Ton und dabei die Gesetze des Kolloidalen in unseren Dienst stellen, oder ob sich durch das Walten von Gesetzesbeziehungen, die wir Menschen erst zum geringsten durchschauen und nachmachen können, der violette *Amethyst* oder *Hornstein* bildet oder *Chalcedon, Jaspis, Onyx, Karneol, Chrysopras, Achat* und *Opal,* sie alle sind nichts als Quarz mit winzigen Strukturänderungen und Beimengungen.

Granit, Gneis, Grauwacke, Tonschiefer, die roten *Sandsteine* des *Perm* und die gelben *Quarzsandsteine* der Kreideformation, der *Quarzporphyr* der Vulkane, der *Melaphyr* und der *Diabas* mit seinen Silikaten, die *Buntsandsteine* (Abb. 68), die freien Sande der Tertiärzeit, das ganze Album der Gesteinsgeschichte der Erde hat auf jedem seiner Blätter immer wieder

nur entweder Kalk oder Quarz verzeichnet. Das Viertel der Erde, das man dem Quarz zuteilt, ist ganz sicher nicht zu hoch eingeschätzt. Gebirge erheben sich aus reinem verfestigten Quarzsand, *Dünen* aus Sand umgürten meilenweit jeden flachen Strand der Ozeane, ganze Sandmeere gleißen länderweit und wasserlos.

Wunderliche Berggestalten mit senkrechten Türmen förmlicher Felsenlabyrinthe umfangen den Wanderer im *Elbsandsteingebirge* (Abb. 69) und erwecken in ihm ganz anders als in den Dolomiten das Gefühl, auf einem alten Meeresgrund zu wandeln, dessen Entstehungsgeschichte man unmittelbar vor Augen hat, wenn man in der heranspülenden Flut die Sandkörnchen selbst rieseln und sich kugelig abschleifen sieht, die Okeanos aus dem Schelf, wohin die Flüsse den Sand gebracht haben, mit beharrlichem Eigensinn deshalb ans Land rollt, weil die Flutwelle mehr mechanische Kraft entwickelt, als das nur ganz allmählich, ohne lebende Kraft zurückweichende Wasser der Ebbezeit. (Vgl. die farbige Tafel.)

Die traurig einförmige Dünenlandschaft ist wieder ein Zeuge eines Kreislaufes, den das bewegte Wasser zwischen den Bergen vermittelt. Es zerreibt Felsen mit seiner nimmerrastenden Arbeit, rollt sie zerkleinert als *Geröll* im Flußbett und lockert sie bis zum Zerfall in Sandkörner, die es nach dem Zurückweichen der Meere als *Sandwüste* zurückläßt. (Vgl. Abb. 68.) Nie werde ich das ergreifende Gefühl von Lebensfeindlichkeit vergessen, das mich in der *Sahara*, einer der größten aller Wüsten der Erde, umfing, als ich vom Rande der Hâmmada, der Steinwüste, plötzlich die Wellenkämme des Sandes (arab. Areg) unermeßlich bis zum Himmelsrand hinausschwellend vor mir sah. Das Meer ist gegen diese Öde und diesen absoluten Nullpunkt des Lebens freundlich und lebensfroh. Sein Wellenrauschen ist wie das Reden eines Freundes, seine Tiefe ist dem Wissenden fruchtbarer als eine grünende Wiese. Hier aber ist Todesschweigen, ist wirklich ein Fluch über alles Leben ausgesprochen, und selbst der fast immer wehende Wind, der leichte Sandsäulen auftürmt, läßt sie nur geisterhaft wie Schemen lebensfeindlicher Gespenster einherschweben.

Um das Entstehen einer solchen länderweiten Fläche — die *Sahara* umfaßt ein Gebiet größer als *Europa* (über 9 Mill. km^2) — zu verstehen, muß man an der Bucht von *Suês* das Meer einmal zur Ebbezeit gesehen haben. Das „*Schilfmeer*", an das sich die Sage vom Übergang der Juden knüpft, ist dann in stundenweiter Ausdehnung so flach, daß man bequem durchwaten könnte, und wüstengleich dehnt sich dort blanker, glitzernder Sand, fein wie ein Teppich, bereit, sich der Wüste anzugliedern an dem Tag, an dem das Meer eine neue Transgression vollführt.

Die Wüsten — allerdings nicht als Sandwüsten allein — bedecken einen erheblichen Teil der Kontinente. Es gibt keinen von ihnen, der nicht in länderweiter Erstreckung den Quarz dem Sonnenlicht zukehrte und dadurch auch des Pflanzenwuchses entbehrte. Ein kolossaler Wüstengürtel zieht sich

vom Atlantik in einem etwa 15 000 km langen Bogen durch *Afrika* und *Asien* zunächst als Sahara, die in der *libyschen* und *arabischen* Wüste allmählich in eine Steineinöde übergeht. An Arabien und die syrischen Wüsten schließen sich die vom *Schatt el Arab* an, dann die des *Iran* vom Kaspischen bis zum Indischen Meer, die vorwiegend Salz- und Kaliwüsten sind. Nördlich von *Persien* beginnen wieder die Sandwüsten von *Turan*, die bis *Turkestan* reichen. Zentralasien selbst ist eine teils sandige, teils steinige Wüste (Gobi). Und das gleiche findet sich in der Neuen Welt wieder; Nordamerika besitzt in *Utah* Sandgebiete von erschrecklicher Unfruchtbarkeit, und sogar *Südamerika*, der urwaldreichste Kontinent, den jede Phantasie als ein Eden tropischer Üppigkeit in sich hegt, hat in Brasilien *(Mato grosso)* Sandebenen, die der Sahara wenig nachgeben. *Australien* aber ist der eigentliche Wüstenkontinent. Nur *Europa*, und das sichert ihm seine kulturelle Sonderstellung, hat keine Wüsten, von einigen ungarischen Sandgebieten abgesehen. Es ist der harmonischste aller Kontinente.

Nimmt man zu den Wüsten auch noch die dürren *Steppen*, die sich an sie überall in größter Ausdehnung anschließen (sogar in *Rußland*), so muß man das Bild, das man sich im allgemeinen von der Erde macht, gründlich ändern. *Zu der Tatsache, daß eine Wasserwüste drei Viertel ihrer gesamten Oberfläche bedeckt, gesellt sich die andere, daß es mehr unfruchtbare und lebensarme Gebiete des Festlandes gibt als bewohnte Gegenden.* Ein Fernbeobachter würde die Erde ohne weiteres als den *Wasser-* und *Wüstenplaneten* bezeichnen und ihn für etwas Ähnliches halten, wie wir den *Mars*, von dem wir glauben, daß er wegen seiner vielen Wüsten so rötlich in unsere Nacht niederleuchtet.

Von solch großen Gesichtspunkten aus gewertet, vereinfacht sich das Bild der „Materie“ sichtlich. Es sind im großen ganzen, so wie es nur wenig Elemente gibt, die auch alle auf Einheit weisen, nur wenige Gase und Metalle von wirklicher Bedeutung und eigentlich nur eine einzige Flüssigkeit, auch nur wenig *Gesteine*, als nächste Integrationsstufe, die sich zum Erdball zusammenfügen. Wenn auch die Kenntnisse noch lückenhaft sind, so wird doch der eine Satz nie mehr umgestoßen, *daß von dem Erdmittelpunkt aus gegen die Peripherie sich die Zahl der Gesteine immer mehr kompliziert.*

Man weiß zwar noch nicht, wie das Erdzentrum beschaffen ist. Sein *Eisen-* und *Goldgehalt*, von dem schon die Rede war, ist nur eine Hypothese. Die *Vulkane* befördern nur Material aus den oberen *Magmaherden* an die Oberfläche (vgl. Abb. 71) und haben, wie die Gesteine dieser Oberfläche bezeugen, niemals anderes getan. Trotzdem ist anzunehmen, daß sich im Erdinneren weder die vielgestaltigen *Sandsteine*, noch die *Tonschiefer*, auch kein *Kalk* und keine *Kohle* finden. Dagegen ist die Wahrscheinlichkeit überaus gering, daß das ewig verborgene Erdinnere Gesteine berge, die uns Oberflächenwesen bisher unbekannt geblieben sind. Die Spektralanalyse, die



Abb. 66. Eindringende Lava im Dorfe San Sebastiano bei Neapel gelegentlich des Vesuvausbruches im Jahre 1878. (Originalzeichnung)

mit Ausnahme des Gases *Nebulium* noch keine erdfremden Elemente im weiten Bereich des Firmamentes aufgestöbert hat, verbürgt das wohl mit ziemlicher Sicherheit. Darauf beruht auch meine Überzeugung, daß durch die Verwitterungs- und Lebensvorgänge *in der äußersten Erdrinde* (die man die *zoëtische Sphäre* nennen könnte) *die dort ursprünglich vorhandenen Gesteine umgearbeitet und vermehrt wurden.*[47]) Die Bildung von Torf, Stein- und Braunkohle, Sand, Muschelkalk, Laven, Schreibkreide, Breccie, Sandstein, Tonschiefer, Mergel, Nagelfluh, Löß und Lehm ist an die Mitwirkung von Luft, Wasser und lebenden Organismen gebunden. Viele von diesen Gesteinen sind erst aus anderen Gesteinen unter Mitwirkung der an der Erdoberfläche tätigen Kräfte hervorgegangen. Lava, mit den von ihr eingeschlossenen vulkanischen Gläsern und *Bimssteinen* z. B. ist nichts anderes als der Sammelbegriff ausgebrannter *Eruptivgesteine*, wobei sie bald an *Basalte*, bald an *Trachyte* erinnert. Dort, wo dieser Gesteinsbrei (Abb. 66) sich über den Boden wälzt, mutet er, wenn er noch ganz frisch ist, stark wie die Schmelzmassen der Eisengießereien an. An alten, immerhin noch warmen Laven des *Vesuv* verstand ich das blasige, zersplitterte und geblähte Aussehen vieler Laven erst, als ich sah, wie lange die Gasentweichungen und winzigen Explosionen der darin eingeschlossenen Schwefel- und Wasserstoffdämpfe nach der Eruption fortdauerten.



Abb. 67. Ideale Landschaft auf dem Mars

Sie soll eine Vorstellung von den Marskanälen und von der großen Abtragung der Marsoberfläche geben

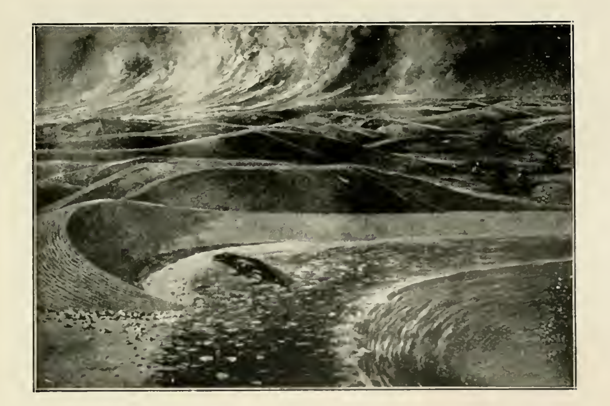


Abb. 68. Ideale Rekonstruktion der deutschen Buntsandsteinwüste mit Dünenbildung und Staubstürmen

Dargestellt sind die Erscheinungen der „Sicheldünen“ (Barchane), der Rippelmarken und der Trockenrillbildung. Das aus dem Meere emporkriechende Tier ist ein Chirotherium, dessen Kriechspuren im Buntsandstein erhalten blieben (Nach Haase)



Abb. 69. Elbsandsteingebirge. Die Bastei

Aus den „Ebenheiten" des Sandsteingebirges erheben sich kastenartig die Tafelberge (Lilienstein, Königstein). Im Vordergrund rechts die mannigfaltig gestalteten Zinnen der Bastei, aus den Quadern des Sandsteins gebildet. Links neben der Kiefer das tief eingeschnittene Tal der Elbe. (Phot. Nenke und Ostermayer, Dresden)

Auch *Nagelfluh* und sonstige *Breccien* (vgl. Abb. 70) sind Gesteine zweiter Ordnung, die erst eine ganze lange Erdgeschichte voraussetzen. Die stets abrollenden Steilwände des *Münchner Isartales* fordern auch den geologisch Unbewanderten zum Nachdenken auf durch die Regelmäßigkeit, mit der die Geröllkiesel in der sie verbackenden Kalksintermasse stecken. Sie zwingen den, der ihre Entstehungsgeschichte wirklich verstehen will, die Bildung des Kalkes durch Lebewesen im *Triasmeer*[48]), jenes der Sande aus der Erosionsgeschichte der Urgesteinalpen, dazu die Geschichte der Vereisungen aufzuschlagen, welche durch die Schmelzwässer der *Zwischeneiszeiten* massenhaft Kalkschlamm und zementartige Tone zwischen die Gerölle, die von den *Moränen* losgerissen wurden, einschwemmte und so das Material vorbereitete, das bei einer nachfolgenden Gletscherwanderung die endgültige Pressung erhielt. Ein Naturvorgang griff da in den anderen ein, um das Produkt fertigzustellen, das wir heute vor uns haben.



Abb. 70. Eine Breccie in Tirol mit vulkanischen Bomben (Originalzeichnung)

Nicht viel weniger kompliziert entstehen die Gesteine des *Diluviums* und der geologischen Gegenwart, die selbstverständlich als oberste, noch nicht weggeschwemmte Decke über allem Vergangenen liegen, so daß z. B. der rote Lehm der Tropen (der *Laterit*) allein 25% der Festländer bedeckt, während auf *Löß* 21%, auf Lehm 18% und auf Sand 7% entfallen. Wie alle *Sedimente* verraten sie durch den Wechsel ihrer Schichten auch ihre Geschichte. Von Überschwemmung zu Überschwemmung änderte sich die Möglichkeit ihrer Entstehung; Land—Süßwasser—Meer wechseln ständig in der Herrschaft und hinterlassen ihre Spuren in *Schichten*, die dem Kenner beredt sind wie ein aufgeschlagenes Buch (vgl. Abb. 57). In sie einge-

lagert werden die Niederschläge besonderer Vorgänge, Humus, in Form des Wurzelfilzes der *Torflager* oder als *Braunkohle* aus Sumpfwäldern, deren Übergänge zur *Steinkohle* kaum auseinandergehalten werden können, *Steinsalz, Gips* und *Edelsalze* als Verdampfungsreste von Meeren, darüber wieder schützende Tone oder *Konglomerate* — kurz in ewigem Wechselspiel durchmengt der Erdriese die brüchige, verwitterte, lockere oberste Decke, von der sich die tieferen Lagen nur dadurch unterscheiden, daß sie durch den Druck der über ihnen lastenden Schichten verfestigt und dadurch oft in ihren Eigenschaften sekundär verändert werden.

Petrographie, die Gesteinskunde, kennt den Begriff der Entwicklung nicht; es gibt keine primitiven und keine hochentwickelten Gesteine, sondern nur eine allmähliche Auflockerung des Erdinnern, deren Bruchstücke dann durcheinandergemengt und in steten Kreisläufen transformiert werden. Das ist das Gesetz der Gesteinsbildung.

Sand und *Sandstein* unterscheiden sich nur durch ihre jeweilige orographische Situation. Tiefliegender Sand wird zu Sandstein gepreßt, an der Luft liegender Sandstein verwittert wieder zu Sand, und dieser Kreislauf setzt sich fort, bis die Kieselsäure allmählich im Wasser aufgelöst und vom Leben neuerdings niedergeschlagen ist. Dann beginnt ein neuer Kreislauf mit *Hornstein, Feuerstein, Quarzit,* der wieder in den des Sandes und des Sandsteines mündet. Wie der Quarzsand wieder zum Granit zurückfindet, das entzieht sich zwar noch unserer Kenntnis.

Trotzdem wird kein Geologe behaupten, daß der *Granit* oder *Gneis* seit Anbeginn der Erde zu ihren Urstoffen gehöre. Wohl ist er das Tiefengestein kat exochen, und an umgestürzten Erdrindenschollen, die heute mehr oder minder senkrecht lagern (vgl. Abb. 57), kann man sich überzeugen, daß er bis 30 000 m in die Tiefe hinabreicht. Man darf nur nicht vergessen, daß der Durchmesser der Erde 6378 km beträgt, daß also die gesamte Granitrinde, und wenn sie noch dicker wäre als man sie feststellen konnte, noch immer erst ein Häutchen, so dünn, daß man es kaum abziehen kann, an dem Apfel darstellt, durch den unser Gleichnis die Erde versinnbildlichte.

Schon seine Zusammensetzung (vgl. Abb. 62) aus vielen Mineralien (*Feldspat, Quarz, Glimmer,* ferner oft *Hornblende, Magneteisen, Turmalin* und *Topase),* dazu die kleinsten Bläschen von *Wasserdampf* und *Kohlensäure,* die seinen Quarz trüben, zeigen an, daß er zum mindesten das sechste Glied in einer Kette von Vorgängen ist, an deren Anfang erst das reine Sein eines Urzustandes stehen kann. Die Mineralien haben sich als Gemenge erst zu dem *Magma* zusammengefunden, als dessen in der Tiefe geschehene Erstarrung der Granit deshalb angesehen werden muß, weil solch innige Durchmischung nur in feuerflüssigem Zustand erfolgen kann, was sich experimentell nachahmen ließ (vgl. dazu Abb. 72). Die Mineralien selbst aber sind schon eine höhere Integrationsstufe als die Kristalle, die sich in ihnen mit Verunreinigungen zusammengefunden haben. Vom Kristall aber wissen wir

bereits, daß er eine vektoriell geordnete Organisation von Molekülen darstellt. Das Molekül ist das Bauwerk der Atome, so wie dieses die Integration der Elektronen und Quanten.

Alle diese Komponenten können sich in ihrem Zusammenschluß variieren und dadurch Abarten des Granites sowie aller Gesteine bedingen, welche die Gesteinskunde beschreibt und der Steinhändler, Steinmetz, Baumeister anders wertet und benützt. Durch ihre zahllosen Integrationen kommt ja die unbeschreibliche *Mannigfaltigkeit der Welt* zustande, deren Erklärung, wenn sie befriedigen soll, immer bis auf die Elementarquanten zurückgeführt werden müßte.

Die Gesteinskunde ist meilenweit davon entfernt, dies zu leisten. Sie beschränkt sich darauf, festzustellen, daß *Gneis* sich aus Granit herstellen läßt, wenn man ihn so starkem Drucke aussetzt, daß sich die Kristallkörner quer zur Druckrichtung verschieben, wodurch das Gestein *geschiefert* wird, gleich dem *Glimmerschiefer*, von dem ich ein vom *Matterhorn* heimgebrachtes Stück zur Veranschaulichung dieser Schieferung photographieren ließ. (Abb. 54.) Sie sagt uns, daß *Phyllit*, der Urtonschiefer, aus seidenglänzenden Glimmerschüppchen und Quarz bestehe und gleich dem *Tonschiefer*, in den er auch übergeht, aus den ältesten Meeren abgesetzt sein müsse. Sie weiß wohl, daß im *Magma*, das durch Vulkanexplosionen ausgeschleudert wird, niemals etwas anderes zutage gefördert wird als Silikate[49]) in vielerlei Formen: bald als quellende, gekröseartig sich einherwälzende *Lava*, die in der Konsistenz am meisten an geschmolzenen Asphalt erinnert, bald als *Bombe (Lapilli)* von manchmal ungeheurer Größe (vgl. Abb. 66 und 70), aber auch als *vulkanischer Staub*, als Material der *Bimssteine* und *Tuffe* zerrieben und pulverisiert.

Alle Eruptivgesteine sind Silikatgesteine und besitzen manchmal, wenn sie sich schnell abkühlen *(Obsidian)*, sogar die glasige Struktur. Sie bestehen aus *Feldspaten* (Abb. 63), *Augit*, *Nephelin*, *Granaten*, *Quarz*, *Hornblende*, auch *Magneteisen;* wir kennen die Zusammensetzung dieser Gesteine so genau, daß *Fouqué* und *Michel-Levy* sogar *Porphyre* und *Basalte* aus künstlichen Schmelzmassen herstellen konnten.

Man weiß auch, daß für ihre Beschaffenheit nichts so maßgebend ist, wie die Art, in der sie erstarren, was jeder Glasbrenner von seiner Arbeit her bestätigen wird. Wenn Magma schon in der Tiefe stecken bleibt und dort unter dem hohen Druck der Erdrinde, der ja für 3 m Tiefe eine Atmosphäre beträgt, langsam erstarrt, dann erscheint es als *Granit*. Granit ist immer ein plutonisches Tiefengestein[50]), mag er neu oder alt sein (Abb. 62). Erst wenn eine solche Granitmasse im Laufe des Erdgeschehens von dem sie bedeckenden Gesteinsmantel befreit wird (vgl. Abb. 71), tritt sie ans Licht der Welt. Gelangt sie durch die Tiefenkräfte bis nahe an die Oberfläche oder gar bis zur Lebensdecke, dann wird aus demselben Magma, wenn es schnell abkühlt: *Obsidian* oder bei langsamerem Erstarren: *Por-*

phyr (Abb. 61). Das Erstarren läßt die Massen kristallisieren, und sein Tempo bestimmt die Größe der Kristalle. Diese Gesetze steigern sich bis zur Bildung von Riesenfiguren geometrischer Ausprägung, die man im Habichtswald bei Kassel, in Böhmen, auf der Insel Staffa und sonst noch vielen Ortes bewundert, an den Säulen des Basaltes, die durch Spannungsunterschiede im Magma, d. h. durch das Auftreten jener vektoriellen Kräfte bedingt waren, die allem Kristallinischen anhaften.

Die Wissenschaft, durch die das Bedürfnis des Menschen nach Rohmaterialien und Erzen sich gezwungen sah, diesen Erscheinungen größte Aufmerksamkeit zuzuwenden, hat auch schon längst Sicherheit darüber erlangt, daß diese heißen Gesteinsmassen nicht ohne Auswirkungen in der Erdrinde bleiben (vgl. Abb. 71), indem sie entweder die ihnen benachbarten Gesteine sedimentären Ursprunges so zurechtbrennen, wie wir Menschen das mit Ziegeln und Porzellanerden tun, welche Gewerbe daher Naturtechniken nachahmen. So entsteht in der Nähe von Granit aus Kalk auf diese Weise *Marmor*; aus den heißen Quellen, die Mineralien lösen, setzen sich dann in den Spalten der Erdrinde die wunderbarsten Kristalle ab oder *Erze* jeder Art, deren Gängen der Mensch dann mit unendlicher Mühe nachgeht. Oder es entstehen in diesen *Kontaktzonen*, deren Verhältnisse vor allem auch noch durch den kolossalen Druck beeinflußt werden, die *kristallinen Schiefer*, also der *Gneis*, *Glimmerschiefer* und *Phyllit*, deren Natur noch nicht vollkommen geklärt ist, wenn man nicht an seinen Meeresursprung und die Druckmetamorphose glauben will.

Wir verfügen wohl über zahllose Beschreibungen von Gesteinen, und die *Petrographie*, wie man die *Gesteinskunde* höchst überflüssigerweise zu benennen pflegt, besteht aus endlosen Namen- und Vorkommensregistern; es fehlt ihr aber an dem tieferen Sinn, der eine Kunde erst zur Wissenschaft emporhebt.

Man kann weder die vielerlei Ausbildungen der Erdrinde auf ein „Urgestein" zurückführen, so wie es z. B. der Chemie mit den Verbindungen gelungen ist, sie auf einige Dutzend Elemente abzubauen, und wie es der Radiochemie gegenwärtig mit Glück gelingt, den Urstoff herauszufinden, noch hat man mehr als einige sehr bescheidene Ansätze zur *Petrogenesis* nach Art der soeben angedeuteten Kontaktphänomene. Wohl zeigt sich dadurch ein Weg, der in das Innere führt, doch kostet jeder Schritt auf ihm viel Arbeit und rastloses Forschen. Erst in den gröbsten Umrissen schimmert das Bild durch, das eine geläuterte *Petrologie* von den Gesetzen der Erdkruste in materieller Beziehung entwerfen wird.

Sie wird zweifelsohne von der Tatsache ausgehen, daß dreizehn Elemente die Gesteinsdecke der Erde zusammensetzen, und daß insgesamt nur neunzehn Mineralien Erdrinde bildend sind.

Von diesen neunzehn Elementen läßt sich nach *A. Sieberg* folgende lehrreiche Tabelle entwerfen. Der Erdball ist chemisch zusammengesetzt:



Abb. 71. Schematische Darstellung der vulkanischen Erscheinungen

Im Meere ist eine Vulkaninselgruppe, nach Art der von Santorin dargestellt, die schneebedeckten Vulkankegel stellen den Typus des Ätna (links) und des Cotopaxi (rechts) dar, davor steht der Typus des Mont Pelée mit dem Felsobelisk. Der Kalderentypus erhebt sich über der Stadt. Davor steht ein Vulkan vom Puy-Typus. Das Profil stellt von links nach rechts einen Durchschnitt durch den Vesuv (Somma-Typ) und damit das Schema eines Ausbruches dar. Daneben steht eine Spaltenausfüllung nach Art des Pfahles im bayerischen Wald, der Querschnitt eines Eifelmaares und ein Lakkolith, der die Gesteinsrinde so durchbrochen hat, wie der Brocken im Harz. (Nach A. Sieberg)



Abb. 72. Die Formen des Granitgesteins (Protogin) im Hochgebirge. Motiv aus der Montblanc-Gruppe. (Nach R. H. Francé, Die Alpen)

in der Luft	i. d. Gewässern	i. d. Erdkruste	zusammen aus:		
zu 23,00 %	85,79 %	47,29 %	49,98 %	Sauerstoff	
— „	— „	27,21 „	25,30 „	Kieselsäure [Silicium]	
— „	— „	7,81 „	7,26 „	Aluminium	
— „	— „	5,46 „	5,08 „	Eisen [?]	
— „	0,05 „	3,77 „	3,51 „	Kalk	
— „	0,14 „	2,68 „	2,50 „	Magnesium	in den
— „	1,14 „	2,36 „	2,28 „	Natrium	Gesteinen
— „	0,04 „	2,40 „	2,23 „	Kalium	vorhanden
— „	10,67 „	0,21 „	0,94 „	Wasserstoff	
— „	— „	0,33 „	0,30 „	Titan	
— „	0,002 „	0,22 „	0,21 „	Kohlenstoff	
— „	— „	0,10 „	0,09 „	Phosphor	
— „	— „	0,08 „	0,07 „	Mangan	
— „	2,07 „	0,01 „	} 0,15 „	Chlor	in den
— „	0,008 „	— „		Brom	Mineralien
— „	0,09 „	0,03 „	0,04 „	Schwefel	außerdem
— „	— „	0,03 „	0,03 „	Barium	noch vor-
77,00 „	— „	— „	0,02 „	Stickstoff	kommend
— „	— „	0,01 „	0,01 „	Chrom	
100 %	100 %	100 %	100 %		

Man darf natürlich dieser Tabelle nur den Wert eines annähernden Bildes beimessen, da sie mit höchst schwankenden Begriffen, wie Erdkruste und Lufthülle (man denke an die Stratosphäre) operieren und das Erdinnere ganz außer Betracht lassen muß. Aber immerhin wird sich niemals mehr die Tatsache übersehen lassen, *daß drei Viertel der bekannten Erde aus Sauerstoff und Silicium bestehen*, daß diese Stoffe also zu den Urbestandteilen ihres Seins in Beziehungen stehen müssen. Das zweite Gesetz, das sich nicht ignorieren läßt, ist das, *daß die physikalischen Kräfte des Erdballs, wie die Erhitzung gewisser Krustenteile, ferner das Leben und die Affinität, die sich in Oxydation und sonstigen Verbindungen entladen, eine ständige Komplikation der Erdrinde eingeleitet haben*, die ganz sicher noch fortgeht, da ja z. B. schon die vulkanischen Prozesse allein ständig neue „jungfräuliche" Erdsubstanz den Angriffen der chemischen Kräfte ausliefern.

Der Vorgang der Gesteinsbildung ist demnach noch nicht abgeschlossen. Die vorhandenen Mineralien und ihre höhere Stufe, die Gesteine, stellen den Ausgleich der vielen einander widerstrebenden Eigenschaften des mineralischen Seins dar (so wie das qualitative Sein der Welt überhaupt), ein immer wieder verlorenes und neuerlangtes Gleichgewicht, dessen stetes Balancieren man Erdentwicklung nennt (vgl. oben). Von diesem „Entfaltungsvorgang" gehen dann die Anstöße aus, welche die lebendige Substanz gefährden, ihre Anpassungen auslösen, die in vielfachen Umsetzungen, gleichwie in einem Uhrwerk, von Kreislauf zu Kreislauf übertragen und bis in die kulturelle und seelische Welt fühlbar werden. Hier wird wieder dem Denker die Struktur der Welt durchsichtig, und man sieht hinein in einen Zu-

sammenhang der Dinge, der uns auch von dieser Seite unlösbar zum „Kind der Erde“ und damit zum Bestandteil der Welt macht, dem die Verpflichtungen auferlegt sind, die jeden Teil mit dem Ganzen verketten, dem er angehört.

Kristall, Mineral und Gestein scheinen von vornherein drei Integrationsstufen des Seins darzustellen, von denen sich aber das Mineral nur durch gelegentliche Beimengungen von den Kristallen unterscheidet und keineswegs aus einer reinen Begriffsscheidung stammt. Gesteine wieder sind aus Kristallen und Mineralien zusammengefügt, so wie sie selbst der Bestandteil der *Gebirge* und *Festländer (Kontinente)* sind, die sich aus Gesteinen verschiedenster Art zusammensetzen.

Die Darstellung der Seinsstufen tritt damit in das Wissensgebiet der *Geographie* ein, die seit *Ritters* bahnbrechender Auffassung mit wahrhaftem Bienenfleiß Materialien zum Gemälde dieser höchsten Seinsstufe der Gesteine zusammengetragen hat.

In dem Maße, in dem sie den hier gewiesenen Denkbahnen folgt, wird sie mehr Gewicht auf die Erforschung des Zusammenhanges zwischen den Formen der Erdoberfläche und den Eigenschaften der sie bildenden Substanzen legen. Es ist doch folgendes klar: Je größer der durch Härte ausgezeichnete Siliciumanteil irgendwo ist, desto weniger differenziert kann die betreffende Erdscholle sein; je sauerstoffreicher die Gesteinsdecke eines Landstriches ist, eine desto mannigfaltigere Entfaltung und damit auch Formenbildung tritt bei der bekannten Affinität dieses Elementes ein. Das gleiche gilt für den in kohlensäurehaltigem Wasser so leicht löslichen Kalk. Daher werden vulkanische Erdgebiete, die zwar massenhaft Silikate, aber in ihren sauerstoffreichsten Bindungen produzieren, ebenso wie Kalksedimente bald zur Verwitterung und damit zur Zerstörung ihrer Formen gelangen, während die quarzhaltigen Gesteine, prädestiniert zur Gebirgsbildung, schon durch einfaches Übrigbleiben innerhalb einer Verwitterungszone, stets zur Massenhaftigkeit und zu den einfachsten Formen neigen.

Wer auf Abbildung 71 vulkanische und plutonische Bergformen daraufhin näher betrachtet, dem werden diese Unterschiede in allen ihren Feinheiten und damit auch die Richtigkeit des Gedankens bald klar. Es sind doch nicht nur die Explosionskräfte, welche sie auftürmen die *Kegel, Dome, Kalderen, Sommen* und wie die einzelnen *Vulkantypen* sonst noch benannt sind. Ihre Steilformen und die rasche, sowie mannigfaltige Zerklüftung, die auf dem Bilde das Auge so vielfach beschäftigt, wäre gar nicht möglich, wenn nicht die vulkanischen Gesteine infolge ihres Sauerstoffgehaltes rascher als andere verwitterten. Anders die Tiefengesteine, namentlich Granit und die Glimmerschiefer (Gneise). Gerade die rechte Ecke des Bildes veranschaulicht, um wie viel rascher die Sedimentschichten über ihnen durch die Verwitterung atomisiert wurden, so daß ihre Decke löcherig wurde und der ungeheure granitene *„Lakkolith“* aus ihnen emporsteigt zum Himmelsblau.

(Vgl. Abb. 71.) Was dieses Bild an einem relativ kleinen Beispiel darstellt, das wiederholten im Großen *Brocken, Böhmerwald*, in ganz enormen Verhältnissen die *Zentralalpen* und die Zentralmassive der größten aller Gebirgszüge der Erde, im Montblanc (Abb. 72), im *Himalaya* und in den südamerikanischen *Kordilleren.* Auch dort wurde der Mantel der Deckgesteine von einem emporgeschobenen Urgesteinmassiv durchstoßen, und er umgibt z. B. in den wunderbar symmetrisch gebauten Alpen im Norden und Süden als *Kalkalpen* die vielen Falten der Zentralstöcke.

Natürlich ist diese Differenz im substanziellen Bau nicht die einzige, nicht einmal die Hauptursache der *Gebirgsbildung*, die vielmehr in Krustenbewegungen der Erdrinde zu suchen ist. Aber gerade bei diesen meldet sich die Beschaffenheit der Gesteine als ausschlaggebend für den Verlauf der Auffaltung. Es hängt von den physiko-chemischen Eigenschaften des Gesteines ab, von seiner Sprödigkeit, Zähigkeit, seinem Gewicht usw., ob es sich plastisch faltet oder rasch in Tafeln zerbricht (vgl. dazu das Modellbild, Abb. 15), ob die Schollen zur Tiefe gleiten oder leicht getragen werden. Das aber bestimmt die Bildung und das Aussehen eines Gebirges bis in die kleinsten Züge. Den Schollenbewegungen bieten harte Gesteinsschichten Widerstand, sie schreiben ihnen die Grenzen vor; an ihnen stauchen sich die weicheren Schollen sogar empor, wofür die Gebirgsbildung viele Beispiele bildet, und dadurch bestimmen sich letzten Endes nicht nur *Gebirg* und *Tal, Hochland* und *Ebene*, sondern sogar die *Kontinentformen* (vgl. Abb. 73). Deutlich meldet sich nun auf dieser steten Erweiterung der Begriffssphäre vom Kristall zum Kontinent als das Neue: die Integrationseigenschaft. Gesteine sind nicht nur Anhäufungen von Mineralien, sondern sie besitzen ihre eigenen, nur ihnen zukommenden Qualitäten. So hat der *Glimmerschiefer* den silbernen Glanz (vgl. Abb. 54), der z. B. den Anblick des *Matterhorns* so überwältigend schön gestaltet, der *Granit* eine andere Härte als jeder seiner Bestandteile, der *Basalt* seine besondere Großkristallform, und entsprechend melden sich auch in Gebirg und Kontinent neue, vor ihrem Zustandekommen nicht vorhandene Eigenschaften der Materie. Das alles gilt nur für die primär entstandenen Gesteine, also die Eruptivgesteine und die plutonischen Gesteinsmassen, während die sekundär gebildeten nach Art der Kalke, Sandsteine oder Tonschiefer und Breccien überhaupt eine neue Seinskategorie höherer Art darstellen. *Gebirge* sind nicht die Summe der Gesteinseigenschaften, sie haben ihre Eigengesetzlichkeit, die den mit ihr wohlvertrauten Bergsteiger oft wie ein geheimes Geisterleben anmutet.

Jedes Gestein prägt der Gebirgswelt allerdings seine Sonderform auf: die *Sandsteingebirge* umkleiden sich mit Buchen- und Föhrenwäldern, aus denen phantastische Zacken und Steinnadeln emporstarren (Abb. 69), ähnlich, aber doch ganz anders die *Berge der Kalkalpen* (Abb. 74), in denen die Wandbildung, also mehr oder minder senkrechter Abfall immer wiederkehrt. Nur in den Kalkgebirgen trifft man derart kolossale Steilwände an, gleich

jener des *Bettelwurfs* in Tirol, die über 1500 m in einer Flucht aus sonnigen Höhen ins finstere, bachdurchtoste Vomperloch abstürzt. Nur dem Kalk eignet auch eine Gipfelzuspitzung, die sich manchmal — Beispiele dafür sind im Wilden Kaiser oder in den Dolomiten *(Vajolettürme)* zu sehen —

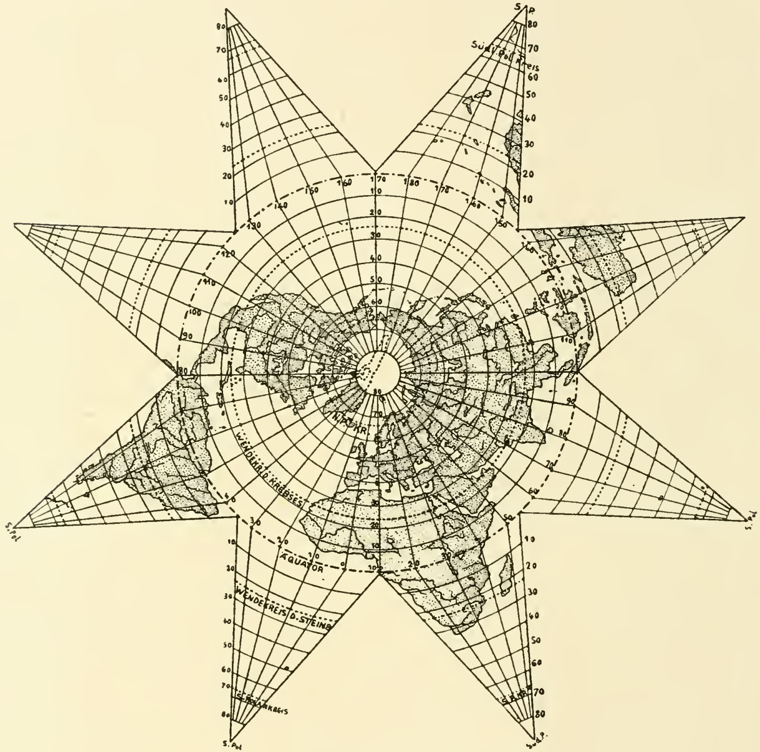


Abb. 73. Erdkarte in Sternprojektion.

bis zur Nadelbildung steigert; nur in ihm sind jene Riesenhöhlen und Dome durch Wasser ausgenagt, die zu den Schaustücken im *Karst* und in den Salzburger Alpen gehören.

Anders dort, wo Urgestein Gebirge bildet. Breite Rücken, wie im Riesengebirge, mit üppigem Grün umbuscht, dehnen sich an Stelle der zerhackten, bleichen Grate, und prachtvoll ebenmäßig aufgebaute Kuppen — man denke



Abb. 74. Landschaft aus den Kalkalpen. Motiv aus der Rosengartengruppe in Südtirol



Abb. [illegible]. Landschaft aus den Urgebirgsalpen. Motiv aus der Tribulaungruppe in Tirol

nur an die *Schneekoppe* oder den *Montblanc* — zwingen ungeheuren, zur Massenentfaltung geneigten Gesteinszügen überwältigende Gipfel auf. Während dort die romantische Landschaft die Theaterkulissen aufstellt, zwingen hier klassische Bilder von harmonischer Schönheit das Gemüt zur Bewunderung. Eine Eigenschaft, die Kalk und Granit im kleinen nicht verraten, prägt dann im großen der gesamten Landschaft das Relief und malt sie mit anderen Farben. Im Kalkgebirge starrt Fels und Gipfel in dürrer Öde, im Urgebirge dagegen ist alles geschmückt mit Grün und den Silberblitzen reichlichster Wasserfülle. (Vgl. Abb. 75.)

Und so könnte eingehende Kenntnis hundert feine und neue Züge dem Bilde hinzufügen. Integrationseigenschaft des Granitgebirges ist die „*Wollsackbildung*“, die jeder kennt, der den Brocken oder das Fichtelgebirge und den Böhmerwald besuchte; die nur dem Gebirge eigenen Gesetze der Plattenbildung und Faltung, der Böschungen und der Bruchbildungen fehlen dagegen dem Gestein oder gar den Mineralien vollständig.

Wieder anders reagiert aber endlich der Zusammenschluß von Bergen und Ebenen als ein höheres Ganzes, nämlich als *Erdteil* auf die gleichen Umweltswirkungen, denen die Teile als Kristall und Gestein ausgesetzt sind. Denn es gibt besondere Gesetze der Kontinentbildung, die wieder durch keine Eigenschaft der Teile erklärt werden können. Dumpf hat man die merkwürdige Einheit, die jeder „*Kontinent*“ darstellt, von jeher empfunden, sonst hätte man doch diesen Begriff gar nicht geprägt. Ich, der ich in drei Kontinenten gereist bin, kann es bestätigen, daß wirklich der Gesamteindruck des Erlebens in jedem von ihnen spezifisch verschieden ist. Man empfindet es, man sei im Orient oder in Groß-Sibirien, ohne sich darüber bei dem Mangel spezifischer Merkmale des Erlebens stets genau Rechenschaft geben zu können.

Es ist daher keine geschickte geographische Begriffsbildung, von einem *Eurasien* zu sprechen, und mag auf der Landkarte Europa auch noch so sehr als bloßes Anhängsel von Asien erscheinen, so ist es doch äußerlich und kulturell eine vom Asiatismus vollständig verschiedene Welt. Es ist einer der verhängnisvollen Fehler der Kulturwelt, daß sie *Rußland* zu Europa rechnete. Der Kulturinstinkt war dabei von dem Feingefühl verlassen, durch das er erkannt haben würde, wie asiatisch und europafeindlich die Natur und damit auch die Seele des einstigen Riesenreiches ist, das für den Europäer von je die Variante eines alten Wortes bewahrheitet hat: Qui mange da la Russie, en meurt. Keinerlei Gesteinseigentümlichkeit erklärt, warum in allen Kontinenten die Ländermassen nach Süden zu in pyramidale Spitzen auslaufen. Auf diese „Similitudines in configuratione Mundi“ machte schon *Baco von Verulam* in seinem Neuen Organon aufmerksam, und jeder, der nur einen Blick auf die Erdkarte (vgl. Abb. 73) wirft, kann sich bis in erstaunliche Einzelheiten davon überzeugen. Auch die Tatsache, daß alle großen *Inseln* sich in der Nähe der Kontinente befinden, während fern von

ihnen nur kleine Inseln dem Meer entsteigen, gehört zu den Eigentümlichkeiten der Kontinente, gleichwie der Umstand, daß fast alle Kontinente von tiefen Meeresgräben (vgl. Anm. 51 und Abb. 50) umzogen werden, wofür die wissensübliche Deutung, die Gräben seien abgesunkene Bruchränder der einstigen Kontinente, gar keinen Erklärungswert besitzt, außer dem einen, daß der größte Teil des Stillen Ozeans wirklich den Eindruck eines seit Urzeiten bestehenden Loches in der Erdrinde macht.

Ein höheres Gesetz spricht auch aus der durch die *Eotvoes'sche Drehwage* angezeigten ungleichen Massenverteilung innerhalb der Gesteinsdecke, namentlich durch *die Auflockerung der Panzerdecke unter Gebirgen und die dichtere Gesteinsnatur unter den Ozeanen*, wofür jede Parallele und auch jedes Verständnis derzeit noch fehlt. Nur an der Tatsache als solcher läßt sich nicht zweifeln.

An vielen Orten der Kontinente sind teils positive, teils gegenteilige Lotanomalien zu merken, als Zeichen dafür, daß dort in den Erdtiefen ein Übermaß an Schwere oder Massendefekte (aber nicht etwa Höhlen, sondern Auflockerung der Schichten) vorhanden sind. Diese von *Helmert* zu einer Theorie verdichteten Erfahrungen zeigen z. B. unter dem Himalayagebirge einen kolossalen derartigen Schichtenkomplex von geringem Eigengewicht, den man dort auf 4000 m Dicke schätzen muß.

Das allgemeine Gesetz dieser Erscheinungen lautet etwa so: Gleichwie die Gebirge im allgemeinen keine Massenanhäufungen sind, so werden auch die Kontinente als Ganzes unterirdisch durch verminderte Dichtigkeit kompensiert. Dagegen ist unter allen Ozeanen der Meeresboden bis zur Tiefe von 100—200 km weit dichter als unter den Festländern. Diese Erscheinung haftet am Begriff Kontinent und nicht etwa an einzelnen Gesteinen.

Bei diesen Untersuchungen über Schweremessung zeigte sich nun auch, daß *Erdbebenwellen* sich durch den ganzen Erdkern mit konstanter Geschwindigkeit fortpflanzen, woraus mit jeder gewünschten Sicherheit die Tatsache spricht, daß diese Dichtigkeitsdifferenzen nicht etwa eine Eigentümlichkeit der Erde als solcher, sondern wieder nur der Kontinente sind. *Es affiziert also das Größere, zu dem der Teil gehört, nachträglich noch dessen (physikalische) Eigenschaften, ein Satz, den keiner vergessen darf, der sich ein Bild von den Weltgesetzen machen will, und der die enorme Bedeutung des Stufengesetzes, wie man die Integrationserscheinung etwa auch nennen kann, ins gehörige Licht rückt.*

Trotz dieser tief reichenden Einsicht könnte sich aber niemand einen richtigen Begriff von den Wundern der Integration machen, wenn er sie nur im Reich des Anorganischen verfolgen würde. Mit Bedacht habe ich in diesem Gemälde der Welt einem Element bis zuletzt eine Sonderstellung aufbewahrt, weil es für das Integrationsphänomen von einer Bedeutung geworden ist, die alles Bisherige nur als Vorstufen erscheinen läßt. Dieses Element ist der *Kohlenstoff*. Er steht im natürlichen System der Elemente

dem *Silicium,* auch dem *Zinn* und *Blei* nahe, wenn er ihnen äußerlich auch in keiner Weise gleicht. Denn *Graphit*, eines der natürlichen Vorkommen von reinem Kohlenstoff, erinnert in manchem, nicht nur durch seine auffallende Weichheit, an Blei. Einen um so größeren Kontrast bildet allerdings dazu der *Diamant.* Die dichteste und reinste Varietät des Kohlenstoffes ist doch gerade er, sozusagen verkörpertes Licht und verkörperte Härte (darin erreicht ihn nur *Borkarbid*). Das macht ihn zum kostbarsten Edelstein, was er (genau wie das Gold) der Menschheit dadurch vergolten hat, daß noch jeder der großen Steine eine Kette von Verbrechen, Leid, Unglück und große Wechselfälle des Schicksals nach sich zog. Als größter aller Diamanten galt lange Zeit der *Kohinoor*, dessen 22 g Gewicht aber jetzt durch den 30mal schwereren (ungeschliffen 621 g), auf Abbildung 76 dargestellten *Cullinan* weit überholt wird. Diese Abbildung verrät zugleich, daß die natürlichen Diamanten mit einer ihren Glanz völlig verdeckenden Schicht überzogen sind, und daß sie durch ihr natürliches Kristallgesetz dem regulären System zugewiesen werden (für das Raumgitter vgl. Abb. 36). Die Handelsdiamanten verraten davon nichts, sie sind Pseudo-Kristalle, deren „Brillantenform" eine technische Form zur Erzielung möglichst vieler reflektierender Flächen ist. Daß diese „Berge des Lichtes", was der Sinn des Namens „Kohinoor" ist, nur eine isomere Form der häßlichen *Kohle*, sogar des *Koks* sind, will den Sinnen in keiner Weise einleuchten. Trotzdem ist eines in das andere umwandelbar. Kohle wird unter Luftabschluß destilliert, bis alle flüchtigen Bestandteile entwichen sind. Der zurückbleibende, sehr dichte, amorphe Kohlenstoff ist es, den man als Koks verfeuert. Wenn man durch gekörnte Kohle im elektrothermischen Ofen Wechselströme gehen läßt, so wandelt sie sich in der großen Hitze zu *Graphit* (auf diese Weise wird übrigens jetzt immer mehr Graphit hergestellt). Als *Moissan* aber im Jahre 1887 Kohlenstoff in geschmolzenem Eisen auflöste und plötzlich abkühlte, blieben in der Masse, als man das Eisen durch Salzsäure wieder herauslöste, Graphit und halbmillimetergroße *künstliche Diamanten* zurück.

In dieser Reihe setzen sich die merkwürdigen Eigenschaften des Kohlenstoffes noch lange fort. Durch das Leben der Pflanze wird aus dem *Kohlendioxyd* der Luft viel Kohle gebunden und bei der Zersetzung der Pflanzenteile unter Luftabschluß dann wieder frei. *Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit* nennt man die einzelnen Produkte, in denen Carbon in sehr wechselndem Maße vorhanden ist. Holz enthält nur 45%, Torf schon 60%, Steinkohle 82%, Anthrazit 94%, Holzkohle 95%, Koks sogar 96% Kohlenstoff. Ein ganzes großes Buch voll von Menschenleid, Reichtümern, Geschichte der Neuzeit und Gegenwart erhält seinen Kommentar durch diese wenigen Namen und Ziffern. Wenn nicht untergegangene Moore und Wälder den Kohlenstoff in gewaltigen Mengen erhalten und gespeichert hätten, wäre die Besiedelung der Kulturländer mit ihrem wechselnden Klima auf

die Dauer nicht möglich gewesen, und die ganze Kulturgeschichte hätte die orientalisch-südliche Signatur behalten, die sie vor Benützung der Torf- und Kohlenlager zum Zwecke des Hausbrandes besaß. Es ist kein Zufall, sondern tiefinnerer Zusammenhang, daß gerade um die Zeit die Kultur im Abendland endgültig seßhaft wurde und ihren Aufschwung nahm, als man begann, neben der von jeher geübten Holz- und Torffeuerung in größerem Maßstab Steinkohle (in England und an der Ruhr) zu verwenden. Die englischen Dokumente, welche um das Jahr 840 Kohle als Brennmaterial und im 12. Jahrhundert sie sogar als einen der wichtigsten Handelsartikel erwähnen, sind begleitet von solchen, die einen allgemeinen und bedeutsamen Aufschwung der Zivilisation bezeugen. Und wenn man erst einmal weiß, daß die englischen Steinkohlenlager in 100—250 Jahren, die französischen in 100--350 Jahren zu Ende gehen, während die des Saar- und Ruhrgebietes noch 800 Jahre, die in Oberschlesien sogar 1000—1500 Jahre dauern werden, dann wird man allgemein gewisse politische Vorgänge und Bestrebungen der Gegenwart besser verstehen.

Diese Bedeutung erlangt nun der wunderbare Kohlenstoff nur durch eine jener Kreislauferscheinungen, denen in diesem Werke im Bereich des ganzen Weltgeschehens nachgespürt wird, und die sich als dessen wahre Erhalter in vordem ungeahntem Maße erweisen. Das ist der *Kreislauf der Kohlensäure.* Kohlendioxyd (CO_2) ist in der Luft in größerer Menge vorhanden, als durch die Organismen verbraucht werden kann. Auch wenn sie keine Kohlensäure produzieren würden, kämen doch große Mengen davon ständig in die Atmosphäre, da sowohl vulkanische *Mofetten* (am Laacher See [vgl. Abb. 71], Neapel usw.) wie *Kohlensäuerlinge* unaufhörlich aus dem Erdinnern neues Material heraufholen.

Dieses Kohlendioxyd wird von der Pflanze verarbeitet im Assimilationsvorgang und als Nahrung verwendet; sie baut damit ihren Körper, wenigstens dessen *Zellulose* auf. Der Vorgang wird durch die folgende thermochemische Gleichung dargestellt:

$$6\,CO_2 + 5\,H_2O = C_6H_{10}O_5{}^{*}) + 6\,O_2 - 671\,000 \text{ kal.}$$

Diese Umwandlung, welche Energie in Form von Kalorien speichert, also eine *endotherme Reaktion* ist, verwertet hierzu die Lichtenergie. Wenn daher der Mensch Kohlenstoffverbindungen, im besonderen die Kohlenhydrate und Fett, sowie Fleisch von pflanzenfressenden Tieren verzehrt, so erwirbt er von deren Energievorrat. In seinem Organismus verbrennt er so wie alle Tiere die Kohlenstoffverbindungen zu Kohlensäure, deren Kreislauf hiermit vollendet ist.

Kohlenstoff, dessen Fähigkeit, sich mit anderen Elementen zu höchst komplizierten Molekülen zu verbinden, so unbeschränkt ist, daß die Chemie der Kohlenstoffverbindungen die ganze, und zwar die größere Hälfte dieser

---

*) Die Formel der *Kohlenhydrate* (Stärke, Zucker, Zellulose).

Wissenschaft als *organische Chemie* ausmacht (vgl. Abb. 43: Stammbaum der Teerfarben), ist daher für den Menschen gewissermaßen der Mittelpunkt der gesamten Chemie, Vorbedingung alles Lebens, daher seines eigenen Daseins. Kohle ist mit Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, den drei großen Weltstoffen (und einigen Nebenbestandteilen) das Material des *Protoplasmas*, dessen Natur und Eigenschaften, von der chemischen Seite aus betrachtet, nichts als ein Sonderfall von Kohlenstoffchemie sind.

In der großen Reihe der Seinsstufen sind die Plastiden, die lebenden Glieder der Kohlenstoffverbindungen nichts als eine Art von Verbindungen, die zur obersten Kruste der Panzerdecke gehören und mit ihren Umsetzungen als Kalk, Kieselgur und Kohle vielfach in deren Durchbildung eingreifen. Daß wir selbst in diesen Winkel der Welt gehören, kann natürlich die Gesetze des Ganzen in keiner Weise verrücken, wenn es auch so unendlich schwer ist, sich von der optischen Täuschung frei zu halten, als seien die Kohlenstoffe für die Kohlenstoffe wichtiger als alle anderen Verbindungen. Für das Denken und die Anschauung mag das wohl gelten, — darum muß man sie auch ausführlicher im Rahmen dieses Werkes betrachten — nicht aber für das Geschehen.

Hat man sich dazu durchgerungen, dann ist es beinahe unbegreiflich, daß man einer solchen Selbstverständlichkeit noch Zeit und Raum widmen muß; hat man es aber noch nicht, dann wird es sicher als Blasphemie wider Seine Göttlichkeit den Menschendünkel empfunden werden, wenn jemand sagt: für das Weltganze, auch nur für das Sein der Erde, sei die Existenz und Wirksamkeit des ganzen Menschengeschlechtes vielleicht von ähnlicher Bedeutung wie der Kohlensäuregehalt der Regentropfen oder die Erscheinungen des Vulkanismus, um auf das Geratewohl einige zeit- und ortbedingte geringerwertige Erscheinungen zu nennen.

Wieder kommt hier die Zoësis mit der aus ihr folgenden Biozentrik in einen Konflikt zur objektiven Wirklichkeit, der gegenüber der wirkliche Platz des Ich im Ganzen der Weltvorstellung niemals festgestellt werden kann. Auch in der bloßen Vorstellung des gesamten Beziehungskomplexes ist seine Illusion, daß er das Zentrum bildete, in keiner Weise haltbar. Trotz dieser unverantwortlichen Illusion, die ja durch die Struktur des Denkapparates bedingt ist, vollziehen sich die Beziehungsverkettungen anders, und das ist die Ursache, warum sich der Mensch immer noch getäuscht und geschädigt hat, wenn er so handelte, als ob die Welt anthropozentrisch eingerichtet wäre. So z. B. wenn er glaubte, durch Opfer, Gebet, Willensenergie oder Denken das Weltgeschehen in seinem Interesse beeinflussen zu können, wofür die Geschichte der religiösen Kulte und mystischen Sekten von den grauesten Zeiten bis zur Gegenwart zahllose Beispiele darbietet.

Um aus diesem traurigen Kapitel nur ein Beispiel herauszugreifen: Es ist eine *Astrologie*, die nichts anderes sein soll als Beeinflussung von Menschen, schon aus diesem Grunde unmöglich. Natürlich hat jeder Himmels-

körper Einfluß auf das Weltgeschehen. Der Einzelmensch ist aber doch ein so unmeßbar kleiner Teil des Komplexes Erde oder gar des Kosmos, daß dieser Einfluß sich in seinem Schicksal kaum anders geltend machen kann, als etwa in der Fahrt eines Dampfers eine gelegentlich anplätschernde kleine Welle. Menscheninteresse und Weltgeschehen lassen sich miteinander ebensowenig vergleichen, wie man etwa die Schicksale einer Grille auf dem Felde nicht bei dem Friedensschluß zweier großer Länder berücksichtigen kann und wird. Wohl aber würde die Grille gut fahren, wenn sie von dem für sie Unabänderlichen Kenntnis erlangte und sich danach einrichtete, also etwa auf einem in diesem Friedensvertrag stipulierten Streifen eines Naturschutzgebietes ihre Behausung suchen würde. So hat auch der Mensch alles Interesse, die für ihn unabänderlichen Weltgesetze auf das emsigste zu erforschen, um in ihrem Rahmen, dort wo das Reich seiner „Willensfreiheit“ beginnt, sich von ihnen tragen lassen zu können.

Den Gesetzen der Kohlenstoffverbindungen ist er unterworfen bis aufs letzte, denn er ist selbst eine Kohlenstoffverbindung, nach dem Gesetz des Protoplasmas, ebenso denen der Zellenwesen; es ist daher eine glatte und einfache Lebensnotwendigkeit für ihn, diese Gesetze ganz zu kennen. Nicht vom Standpunkt der Menschen aus — der wäre für sein Gedeihen falsch —, sondern von dem des Weltganzen aus. Nur so erfährt er das wahre und objektive Gesetz, das das Weltganze den Plasmawesen auferlegt.

Ich weiß nicht genau, ob ich mich ganz klar ausdrücke in dieser elementar wichtigen, sozusagen grundlegenden Frage harmonischen und darum vollendeten Daseins, und will es daher lieber noch einmal in einer anderen Form sagen:

Es ist falsch und deshalb schädlich für den Menschen, die Dinge der Welt vom Standpunkt seines im gegebenen Lebensmoment sichtbaren Nutzens zu beurteilen und danach zu handeln. Sein persönliches Interesse ist nicht das Weltgesetz, auch das scheinbare Interesse der Menschheit ist keineswegs an sich ihr wahrer Nutzen. Die Zoësis ist auch darin wirksam und verführt Individuum, Staaten und Völker zu Taten, die der Weltgesetzlichkeit oft widerstreben, die daher zu Konflikten mit ihr führen, deren Ausgang ebensowenig zweifelhaft sein kann wie etwa, wenn ein Nachen im Zusammenprall mit einem Dampfer seinen Weg forcieren will.

Dem Einzelnen mag es noch so nützlich erscheinen, alle Maulwürfe, deren er habhaft werden kann, zu töten, denn vom Verkauf ihrer Felle kann er leben. Die Maulwürfe sind aber im Naturganzen durch die Vertilgung der Engerlinge ein unentbehrliches Kettenglied. Der Ernteausfall wird sich daher auch im Leben des Maulwurfjägers bemerkbar machen; er muß für die Lebensmittel nach einer gewissen Zeit mehr zahlen.

Es ist nicht das wahre Interesse der Kulturmenschheit, ihre Zivilisation seit hundert Jahren durch einseitige Begünstigung der Industrie zu erkaufen. Sie hielt diese Zerstörung der Volksharmonie für ihren Nutzen. Aber sie

verletzte die Weltgesetze damit, und sie wird bestraft durch Arbeiterfrage, Proletariat, Bolschewismus und anarchistische Zustände.

Das sind zwei einfache Beispiele, die man leicht durchschauen kann. Tausend andere sind verwickelter, und in den vielen tausend Handlungen, die jeder von uns tagaus tagein begeht, fehlt für den Verstand jede Möglichkeit, die ganze Kette von Ursachen und Wirkungen zu erkennen. Trotzdem bleibt das gleiche Gesetz bestehen und wirkt, wenn auch unsichtbar und schicksalsgleich. Hier ist die Wurzel des uralten Satzes, daß der *Egoismus* schädlich sei, den die Menschheit aus zahllosen, empfindlichen Erfahrungen gelernt hat. Nur ist die Menschheit daraufhin gedankenlos ins andere Extrem geraten und meint, also sei der absolute *Altruismus* stets nützlich.

Der objektive Denker findet allein in dieser Verwirrung den richtigen Weg. Nicht danach muß ich fragen — sagt er — und nicht danach muß ich handeln, wie es mein Egoismus oder dessen Widerspiel verlangt, sondern nach den Gesetzen des Weltganzen. Sogar wenn sie im gegebenen Fall sich scheinbar gegen mich kehren, sind sie mein wahres Heil, denn sie setzen mich in Einklang mit dem Weltganzen und machen dadurch mein Dasein vollkommen. *So ist dieser kosmische Neuidealismus beschaffen, der über die kleinen egoistischen Interessen der Einzelnen, immer zugunsten der höheren Einheiten, also auch über die Nationen, sogar über die Menschheit fortschreitet zu seinem leuchtenden Ideal des Ewigen und Einen: der Harmonie des Seins.* Die Gesetze dieser Harmonie aber kann man nur aus dem Ganzen ablesen, und die Gesetze dieses Weltganzen wird man niemals erkennen, wenn man die Dinge für wichtig oder unwichtig hält, je nach ihrer Brauchbarkeit für den Menschen. *Das ist das wahrhaft neue, das objektive Denken, das, sich selbst als Teil eines Ganzen fühlend, jeden anderen Teil auch nur nach seiner Bedeutung nicht zu sich, sondern zu jenem Ganzen wertet.*

Diesem Denken liegt die Bedeutung der Kohlenstoffreihe nicht im Wert der Diamanten, der Kohlengruben oder der Ermöglichung von Industrie und Zivilisation, auch nicht in der Kulmination im Menschenleibe, sondern hauptsächlich darin, daß *Plasma* eine Kohlenstoffverbindung ist, Leben also zu den Eigenschaften der Kohlenstoffreihe gehört.

Unter den vielen Tausenden — man wird ihre Zahl mit 500 000 wahrscheinlich eher unterschätzen als überschätzen — von Kohlenstoffverbindungen ist eine bestimmte Gruppe, die man nach einem allgemein bekannten Vertreter *Eiweiß* nennt, zu größerer Verbreitung gelangt als die anderen. weil sie eine isomere Form hat, die durch Einverleibung einfacherer Verbindungen die Fähigkeit besitzt, die vorhandene Eiweißmenge der Erde zu vermehren. Darum ist überall, wo es nicht an Wasser fehlt, die Erdoberfläche mit diesen Eiweißkörpern bedeckt. Zu bemerken ist nämlich, daß es sich bei ihnen um Gebilde handelt, welche den Gesetzen der flüssigen Kristalle unterliegen; besonders machen sich bei ihnen vektorielle Kräfte

und dadurch Wachstum bemerkbar, das in seiner, uns schon von den Kristallen (vgl. S. 121) her bekannten Gestaltsbeschränkung unter dem Zwang des Harmoniegesetzes erfolgt. Diese Eiweißverbindungen erscheinen daher in individuellen Gestalten gleich den Kristallen; sie wachsen durch Einlagerung nach Aufnahme von einfacheren Stoffen und schnüren neue Individuen ab, wenn dieses Wachstum eine bestimmte Grenze überschreitet.

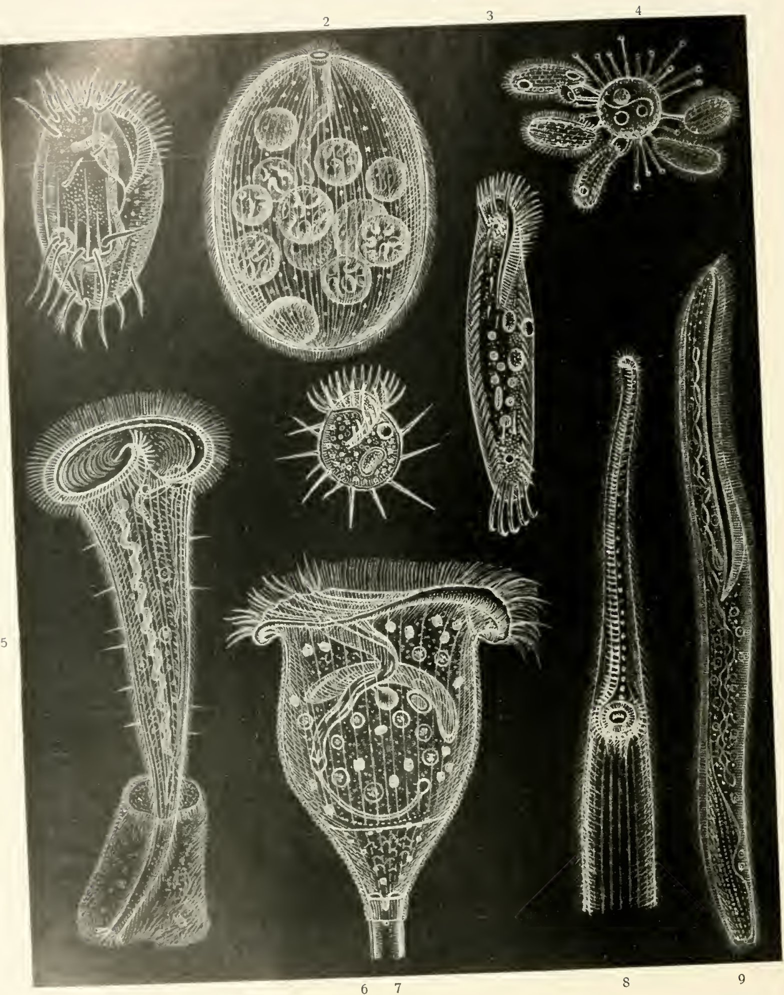
In dieser Form nennt man sie pflanzliche Plastiden und kennt von ihnen viele tausend verschiedene Gestaltungen, die, weil sie Generationenketten bilden, von sehr langer, scheinbar sogar fast unbegrenzter Dauer sind. Die Summe gleichartiger, meist vielen Generationenketten angehöriger Individuen bezeichnet man herkömmlich als *Art* oder *Spezies,* für die sich abgekürzte Beschreibungen *(Artnamen)* eingeführt haben, die einem internationalen Übereinkommen gemäß dem griechisch verderbten Latein Spätroms entnommen werden.

An der Vielheit dieser Gestaltungen hat der Menschengeist seinen Scharfsinn und seine Geduld in einer erstaunlichen Weise geübt. Durch Vergleichen hat er das Inventar der Eigenschaftsdifferenzen aufgenommen und dann bestimmte Einteilungen in diesem Inventar geschaffen. Verschiedene Gestaltungen, die sich nur in einem oder in ganz wenigen Merkmalen glichen, ordnete er dem Sammelbegriff der *Reiche* unter. Innerhalb der Reiche schuf er für die, welche weitere Ähnlichkeit in einem oder mehreren Punkten aufwiesen, den Begriff *Stamm (Phylum)* und so fort die *Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen,* bis zu denen, die sich in allen Merkmalen so gleichen, wie Kinder ihren Eltern. Das war dann die *Art,* die sich aus Individuen, der einzigen Realität in dieser Hierarchie der Systembegriffe zusammensetzt.

Was war damit erreicht? Eine Gestaltenkunde, ein Formenarchiv, das noch nicht abgeschlossen ist. Obwohl man an 400 000 Pflanzenarten und etwa 500 000 Tierarten kennt, werden jedes Jahr annähernd 10 000 neue Arten beschrieben und benannt, und man hat allen Grund zu der Annahme, daß es etwa an eine Million verschiedener Individuationen des Protoplasmas gibt. Was hier in so einfacher und auch unwiderlegbarer Form gesagt wird, das ist der Inhalt der großen *biologischen Wissenschaften,* die nichts als ein Durchdenken und Entfalten dieser Eigenschaftsbeschreibung sind. Wenn man sich ihnen auf diesem Gedankengang nähert, dann bedarf es gar keiner Erörterung, daß die Trennung der Eiweißindividuationen in Gruppen, letzten Endes in *Pflanzen* und *Tiere* oder noch in *Protisten* (vgl. Abb. 77 u. 79) reine Konvention sei, daß man auch solche Gruppierungen der Erfahrungswelt ganz nach Belieben und mit gleichem mangelnden Recht vermehren könnte. Die Klarheit des Überblickes verliert aber in keiner Weise, wenn man die Plastiden ganz einheitlich einer gemeinsamen *vergleichenden Biologie* unterwirft. Da dieses Verfahren im Gegenteil sogar noch viele Erkenntnisvorteile im Gefolge hat, so wird sich ihm die



Abb. 76. Der Cullinan-Diamant in rohem Zustand und natürlicher Größe, der größte aller bekannt gewordenen Diamanten



[illegible]bb. 77. Wimpertierchen des Süßwassers mit ihren Organellen zur Bewegung, Verdauung und zum Nahrungsfang (stark vergrößert)

1. [illegible] Patella. 2. Prorodon teres mit vielen verdauten Algen. 3. Oxytricha pellionella mit hakenförmigen Grif[illegible] [illegible] [illegible]chen. 4. Sphaerophrya magna, die mit ihren Saugröhren fünf Wimpertierchen gefangen hat. 5. Ste[illegible] [illegible] mit einem rosenkranzförmigen Kern in einem selbstgefertigten Gehäuse sitzend. 6. Halteria grandin[illegible] [illegible] Springborsten. 7. Epistylis umbellaria mit ihrem Schlundapparat. 8. Vorderende von Dileptus [illegible]anser. 9. Der größte der einheimischen Einzeller (Spirostomum ambiguum).

Menschheit auf die Dauer nicht entziehen können.*) Selbstverständlich soll es in diesem Werke bereits so gehalten werden.

Die Grundlage aller Tier- und Pflanzenbildungen ist das Gel eines Gemenges von Kohlenstoffverbindungen, von denen man viele bereits isoliert hat, ohne jedoch der Zusammensetzung dieses Plasmas irgendwie nahegekommen zu sein. Nur einige sehr allgemeine Gesetze lassen sich bereits derzeit darüber festlegen und dienen als Wegweiser für weitere Forschungen. *Das eine ist die geradezu unerhörte chemische Komplikation der Eiweißstoffe.* Eine dieser Formeln, die des *Hämoglobin* genannten Bluteiweißes, ist uns bereits hier entgegengetreten; eine andere, die des nicht weniger wichtigen grünen Pflanzenfarbstoffes, wurde erst neuestens von *Willstätter* und *Stoll* geklärt. Nach diesen Forschern gibt es zweierlei *Chlorophyll*, deren Formeln lauten:

$$\text{Für: Chlorophyll A} = [MgN_4C_{32}H_{30}O]CO_2CH_3 \cdot CO_2C_{20}H_{39}$$
$$\text{Chlorophyll B} = [MgN_4C_{32}H_{28}O_2]CO_2CH_3 \cdot CO_2C_{20}H_{39}$$

Außer den eigentlichen Eiweißstoffen, die man, um leichter von ihnen reden zu können, mit ziemlich willkürlich gewählten Namen wie *Plastin* (der Hauptbestandteil des Protoplasmas), *Albumin*, *Proteïn*, *Nucleïn*, *Linin*, *Chromatin*, *Pyrenin* belegte, fanden sich im Plasma noch Lecithin, Cholesterin, Fettsäuren, Harze und ähnliche Stoffe. In der Flüssigkeit, die man ihm abpressen konnte, waren Kohlenhydrate, Säureamide, Peptone und viele andere Substanzen vertreten.[52])

Gewisse dieser Eiweiße verwirklichten Formen, wie $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$, andere waren viel einfacher, stets aber waren sie Verbindungen der vier Hauptelemente COHN, zu denen sich etwas Schwefel, Eisen, Magnesium, Palium, Phosphor und Kalk gesellt. Aus diesen 10 Elementen erbaut sich auch das Lebende in uns selbst, während viele andere Substanzen nur zeitweise in den Körper gelangen, um ihn wieder zu verlassen. Das sind freilich nur Bruchstücke von Kenntnissen, die aber wenigstens das eine ahnen lassen, daß *Eiweiß den verwickeltesten Chemismus zu besitzen scheint, der von der Weltgesetzlichkeit verwirklicht ist.*

Das zweite Gesetz der Eiweiße ist unbekannter als ihr komplizierter Bau; das ist ihre *Spezifität.*

Der französische Chemiker *Armand Gautier* hat zuerst nachgewiesen, daß die Eiweiß-Farbstoffe der Weinsorten ihren besonderen Bau besitzen; aus vielen nachfolgenden Untersuchungen, namentlich der *Sera*, das heißt der Blutwasserflüssigkeiten, ist klar geworden, daß Plasmata so fein spezifiziert sind, daß sie sich selbst in den Rassen und Sippen einer Art nicht

---

*) Ich habe es durchgeführt in dem Werk, das die Reihe der Begründungsschriften der objektiven Philosophie eröffnet (*R. Francé*, Grundriß einer vergleichenden Biologie, Leipzig 1922), auf das hiermit auch verwiesen sei.

miteinander vermengen können. Gerade der Mensch ist das erschütternde Beispiel dieses, alle Illusionen von Menschengleichheit, Brüderlichkeit und allgemeiner Menschenliebe kurzweg abschneidenden Gesetzes. Verträgt doch ein Süddeutscher nur schlecht, wenn durch eine Bluttransfusion in seine Adern das Blut eines Norddeutschen eingeführt wird, und der Weiße kann unter Krämpfen sterben, wenn man ihm Blut eines niedrigstehenden Negers einflößt, genau so wie der Affe, mit Ausnahme der Menschenaffen, wenn er europäisches Blut in seine Adern aufnehmen soll. Diese *Friedenthal-Uhlenhut*'schen Blutexperimente, welche einen untrüglichen Maßstab in unsere Hand legen, wer für ein Volk als rassefremd zu betrachten sei, haben einer Wissenschaft, der *Serologie*, die Grundlagen bereitet, die sich durch den Erfolg befestigte, daß sie zahllosen Menschen das Leben gerettet hat.

Das dritte Gesetz, dem *alle Eiweiße unterliegen, ist ihre kolloidale Struktur.* Die feine Zusammensetzung aus Waben (vgl. Abb. 42), die man in allen Kolloiden nachwies, findet sich im Protoplasma der Organismen wieder; die günstigste aller erdenkbaren Oberflächenverteilungen ist ihm also gerade gut genug, aus Gründen, über die ich mich in diesem Werk (S. 135) bereits ausgesprochen habe.

Nur bleibt es nicht immer bei diesem Wabenbau, sondern unter Umständen, für deren ursächliche Verknüpfung die Funktion der Plasmateile den Schlüssel gibt, wandeln sich Plasmateile in Stränge, Fäden, Kugeln und andere Formen (vgl. Abb. 78) und machen so auch die einfachsten aller Organismen bereits zu einem hochverwickelten komplexen System.[53]) (Abb. 80.) Und damit hebt auch eine Integration innerhalb der Kohlenstoffverbindungen an, die, quasi eine Welt in der Welt, die tiefste Bedeutung des Integrationsgesetzes dem Denken erschließt. Um das verständlich zu machen, muß ich noch einmal ausholen. Die Sonderklasse der Kohlenstoffverbindungen, die Stoffwechsel besitzen, wachsen können und sich fortpflanzen, nennt man nach altem Herkommen Lebewesen.

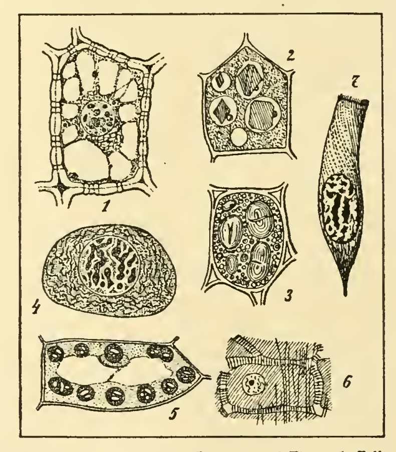


Abb. 78. Zellformen der Pflanzen und Tiere. 1. Zelle aus der Rinde der Mistel mit Zellkern, Membran und Plasmodesmen. 2. Pflanzenzelle mit Aleuronkörnern und Eiweißkristallen. 3. Keimblatt der Erbse mit Stärkekörnern. 4. Lebende Knorpelzelle des Salamanders mit Chondriokonten und Chromiolen im Kern. 5. Chlorophyllführende Pflanzenzelle, im Blattgrün liegen Stärkekörner. 6. Epidermis vom Kiefer des jungen Kätzchens mit Fibrillen zwischen den Zellen. 7. Darmepithelzelle des Frosches mit Stäbchensaum und Plasmafibrillen

Gewöhnt, alles von sich aus in naivem *Anthropozentrismus* zu beurteilen, hat der Mensch den Be-

griff Leben nach der Ähnlichkeit zum Menschen gedeutet, und neun Zehntel seiner Vertreter glauben auch heute noch felsenfest daran, daß ihm unähnliche Lebewesen, wie etwa die Regenwürmer oder Korallen und mehr noch Bäume und Pilzhüte, „weniger intensiv“ lebten als er, und daß sie eigentlich etwas anderes seien. Einen scharfen Schnitt hat er nicht nur zwischen Nichtleben und Leben, Pflanze und Tier gezogen, sondern vor allem zwischen sich und der gesamten übrigen Lebewelt, was sich auch in seiner gesamten Lebenshaltung und Rechtsprechung, ebenso wie in seiner Ethik und Religion bis zu ihren höchsten Verfeinerungen ausspricht.

Von da datiert seine ererbte und geradezu unüberwindliche Abneigung, die menschlichen Leistungen nach denselben Gesichtspunkten zu werten, wie die der übrigen Welt, nur für sich den Begriff von Geistigkeit, Seele, Kultur, Technik, Kunst, Sprache zu beanspruchen und was derlei durch nichts gerechtfertigte Überhebungen seiner Einbildungskraft mehr sind, die sich ja sogar zu dem grotesken Anspruch verstiegen haben, für sein Verhältnis zu den welterhaltenden Kräften eine Sonderstellung zu beanspruchen.

Wer aber an dieser Stelle mißbilligend den Kopf schüttelt, der bedenke, daß diese Einheit der lebenden Kohlenstoffreihe mit der gesamten Welt als solche doch gar nichts zu wissen fordert über den metaphysischen Wert weder des Lebens, noch der Welt. Die absolute Gültigkeit der Relationen zwischen beiden besteht also, sowohl für den Fall, daß die Welt metaphysischen Gesetzen unterworfen ist, wie auch im Gegenteil. Mit anderen Worten, aus dem aufgezeigten Verhältnis folgert nur: Wer sich einen Gott als Richter des Menschen vorstellt, der muß sich notwendigerweise auch einen Richter, also einen Gott der Tiere und Pflanzen vorstellen . . .

Eines kann nicht „lebendiger“ sein als das andere, so wie der „Welt“ nicht mehr „Sein“ zukommen kann, als einem Felsen. Zum Begriff dieses Lebendigen gehört herkömmlicherweise der *Stoffwechsel*, einmal als Austausch von Oxygen *(Atmung)*, einmal als Erneuerung der Bestandteile des Plasmas *(Ernährung)*, dann als *Fortpflanzung*, die übrigens nichts als eine Konsequenz des *Wachstums* ist, und schließlich noch als Eigenschaft, die der eigentliche Kern des gesamten Lebensphänomens ist, und die nur sehr unvollkommen bezeichnet wird, wenn man sie *Reizbarkeit* nennt, wie es allgemein geschieht. Denn reizbar ist ein photographisches Chlorsilberpapier auch; es ändert sich, wenn Lichtstrahlen es affizieren. Nicht in dem Anderswerden unter der Macht von Einflüssen besteht das Wesen des Lebens, sondern in der *Teleologie der Antwort*, also in dem logischen Faktor, der in der Reaktion liegt.[54])

Das Blattgrünkorn, das vom Licht getroffen wird, setzt den Mechanismus der Assimilitation in Tätigkeit. Aber nicht das ist lebendige Reizbeantwortung; das kann auch eine vorher präparierte chemische Substanz oder irgendein Mechanismus. Das Teleologische des Lebens zeigt sich darin, daß der

Chloroplast (Abb. 78 Fig. 5), der lebendige Träger des Blattgrüns, der seinen Apparat mit sich schleppt, auf den Einfluß von Licht Bewegungen ausführt. Er kriecht entweder ins Licht, wenn es für die Erfordernisse der Assimilation zu schwach ist, oder aber er transportiert seinen chemischen Apparat an eine weniger beleuchtete Stelle, wenn das Licht greller ist, als es dem besagten Apparat bekömmlich ist. Diese Fähigkeit, eine gegebene, neu eintretende Sachlage zu beurteilen und danach verschieden zu behandeln, ist, wenn auch in gewissen Grenzen, allem Protoplasma eigen, und das ist die eigentliche Lebenserscheinung.

Stoffwechsel von Gasen und anderen Substanzen, Wachstum und Teilung besitzen wenigstens gewisse Kristalle auch, darum hat man mit Recht von ihrer *Probiose* gesprochen, *aber urteilende Fähigkeiten haben sie nicht! Diese kommen nur dem Plasma zu und von allen Plasmawesen am vollendetsten wieder den menschlichen Nervenzellen.*

So ist auf diesem Wege eine spezifische Definition des Begriffes Leben gewonnen. *Leben ist nichts anderes als Urteilskraft, die sich in einem Teil der irdischen Materie kundgibt.*

Durch diese Urteilskraft, die logische Fähigkeit, vermögen Eiweißverbindungen unter gewissen Bedingungen, sich auch dann assimilierbare, d. h. in Eiweiß verwandelbare Stoffe zu verschaffen, wenn diese sie nicht so unmittelbar umströmen, wie etwa Luft und die Salzlösung die Wasserpflanzen; sie können durch sie gelenkt, ihre Bewegungen so einrichten, daß sie der stets wechselnden Lebenssituation der Lebenserhaltung gemäß begegnen. Die Urteilskraft ermöglicht so dem Organismus die zwei großen Wunder des Lebendigen: die *Anpassung* und die Umgestaltung einzelner Körperstellen zu *Sinnesorganen,* d. h. Stellen, auf die auch kleine Änderungen der Umgebung stärker wirken als auf den ganzen Organismus. (Vgl. Abb. 79.) *Aus den an den Sinnesorganen wahrgenommenen Reizen verschafft sich der Organismus Orientierung über die Umwelt, aus ihnen bildet er sich also eine Zoësis.* Und durch sie auch gelenkt, paßt sich nun das Protoplasma den Qualitäten aller Stoffe an, den Kräften der gesamten Welt, die es angreifen, indem es seine Systembedingungen so ändert, daß dadurch trotzdem jeweils der Ausgleich zwischen Umwelt und Lebensform erfolgt. Solange dies gelingt, lebt das Protoplasma; der Lebensvorgang ist nichts anderes als diese durch Urteilskraft gelenkte, stete chemisch-physikalische Verschiebung der Systemteile nach Art des Funktionierens eines Mechanismus. Wenn sie nicht mehr gelingt, erfolgt der *Tod.* Da es den Pflanzen und Tieren aber gewöhnlich gelingt, sich fortzupflanzen, bevor der Tod des Individuums eintritt, so macht das Gesamtleben der Erde den Eindruck von Unsterblichkeit. Das ist aber eine Täuschung. Etwa ein Drittel aller Lebensformen ist bereits ausgestorben, woraus die Folgerung unschwer zu ziehen ist.[65]) In diesen Einsichten liegt die Wurzel der gesamten Erkenntnislehre bloß. Die folgende Reihe unanfechtbarer Schlüsse ist die Basis, auf der

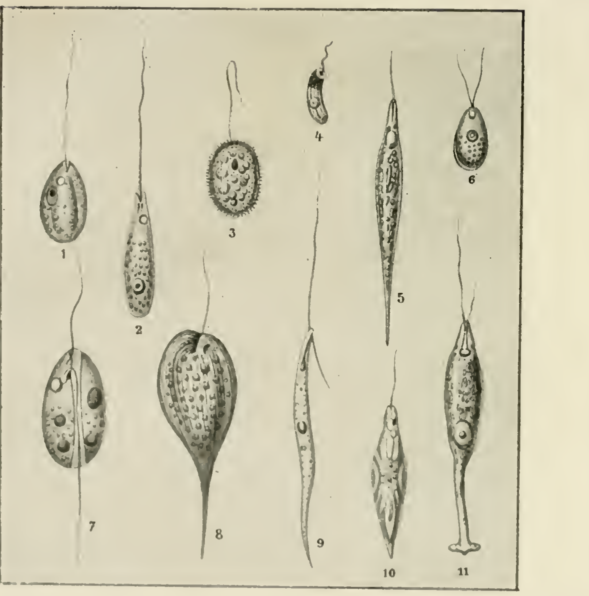
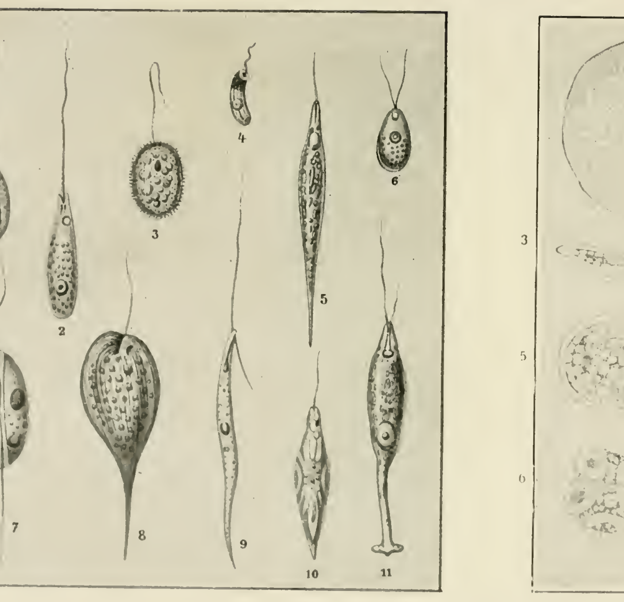



Abb. 79. Flagellaten des Süßwassers. Stark vergrößert

1. Petalomonas abscissa mit einer Tastgeißel. 2. Peranema trichophorum. 3. Trachelomonas hispida mit einem roten Lichtsinnesorgan. 4. Menoidium pellucidum. 5. Distigma tenax. 6. Polytoma uvella, die Jauchealge. 7. Anisonema acinus mit ihrem Steuerapparat. 8. Phacus longicauda. 9. Heteronema acus. 10. Euglena viridis. 11. Astasia proteus mit Stärkekörnern. (Nach Francé)

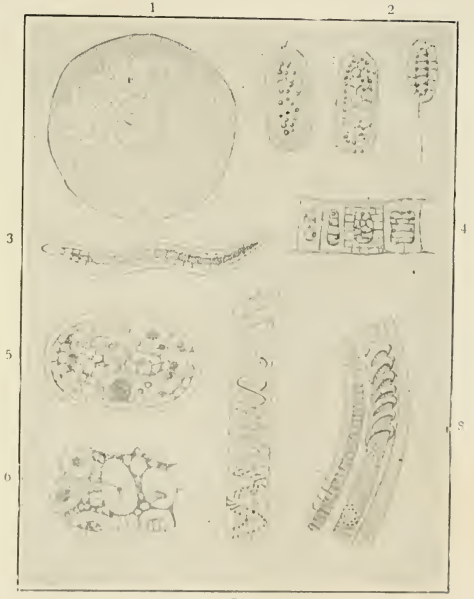


Abb. 80. Die Struktur des Protoplasmas

1. Eine Zelle mit Filarplasma. 2. Rhodobakterien mit typischer Wabenstruktur. 3. Schraubenbakterium mit Wabenbau im Bütschli'schen Sinne. 4. Oscillatoria-Faden mit Wabenstruktur des Plasmas. 5, 6. Hefezellen (Saccharomyces), in der Altmann-Künstler'schen Auffassung ein komplizierter Bau kleiner „Granula"artiger Elementarorganismen. 7. Die Plasmafibrillen, nach der Fayod-Entz-Francé'schen Auffassung ein kompliziertes System von Spiralen und Achsenfäden in mehreren Integrationsstufen. 8. Der Stiel einer Vorticelle mit seiner feineren Struktur nach Entz, der den elementaren Bau der Zugfunktionen ausübenden Plasmaelemente deutlich zeigt (Nach Francé)



Abb. 81. Skelett eines Riesensäugetieres (Triceratops) der Tertiärzeit

die *Biozentrik* und mit ihr die objektive Philosophie ruht. Es steht also bisher folgendes fest:

Durch ihre Sinnesorgane verschafften sich die Protoplasmawesen Orientierung über die Umwelt zum Zwecke des Lebens.

Ihre geistigen Fähigkeiten bestehen nur in der Verknüpfung der durch diese Orientierung gewonnener Kenntnisse.

Auch der Mensch ist ein Plasmawesen (ergo auch ich). Also besteht sein Weltbild nur aus Kenntnissen, die durch Verknüpfung seiner Sinneswahrnehmungen erlangt sind.

Der Sinn seines Weltbildes ist Orientierung in der gesamten, auch ferneren Umwelt zum Zwecke eines möglichst vollendeten Lebens.

Wer die objektive Philosophie kritisieren will, muß diese einfachen Sätze widerlegen. Wer sie gründlich durchdenkt, wird alsbald finden, daß auch die anderen Lebewesen, nicht nur der Mensch, jedes nach seinen Bedürfnissen und entsprechend einer Zoësis an der objektiven Philosophie teil hat und nach ihr lebt. *Nicht auf das Wissen um sie, sondern auf das Leben nach den von ihr erkannten Gesetzen kommt es an,* darum ist sie so viel mehr als eine Philosophie; *sie ist eine Lebenslehre.* Darum konnte man von ihr sagen: ihr höchster Zweck sei nicht „Wahrheit“ (deren Erkennbarkeit sie leugnet), sondern vollendetes Leben.

Durch das Studium der anderen Lebewesen wird also das eine von ihnen, das sich Mensch nennt, Anhaltspunkte bekommen, wie man die Aufgaben des Lebens vollendet, oder wie man sie unzweckmäßig löst. Diejenigen Formen, die sich nicht halten können, die bald aussterben, sind warnende Beispiele; die langlebigen und vollendeten dagegen die ermunternden Vorbilder. Was sich bei ihnen allgemein und überall angewendet findet, wird offenbar das Notwendige und Zweckmäßigste sein, was dagegen selten in ihrem Bau und Leben vorkommt, wird nur für Sonderzwecke geeignet erscheinen.

Und da ist es nun von geradezu elementarer Bedeutung, *daß kein Gesetz so grundlegend, tausendfach und überall zutage tritt im Bau der Lebewesen wie das der Integration!*

Die Lebewesen unterscheiden sich von den Kristallen ganz wesentlich durch folgendes: während zwischen dem Kristallindividuum und seinen Molekülen keine Seinsstufe mehr eingeschoben ist, greift in einer Pflanze oder einem Tier eine ganzen Stufenfolge von Integrationsformen ineinander.

Schon vom Bau des Protoplasmas weiß man, daß er aus Teilen zusammengesetzt sei. Diese Teile sind keineswegs Moleküle. Das Individuum des Protoplasmas, die *Plastide,* hat vielmehr zunächst einen ganz bestimmten, immer wiederkehrenden Bau.

Sie besteht aus Plasma und Kern (Abb. 78), und beide gliedern sich wieder in Teile. Der Kern besteht aus einem Gerüst von Fäden, die sich zum Zwecke der Vererbungsfunktion in Teilstücke *(Chromosomen)* sondern; er ist mit einer *Kernmembran* umhüllt; oft — bei den Einzellern — ist ein

Kleinkern *(Mikronuklëus)*, stets sind *Cytocentren* (früher *Centrosomen* genannt) vorhanden, die eine Art Fortpflanzungsapparat bilden; mit dem Zellkern sind bei vielen einzeln lebenden Zellen Fäden in Verbindung, die zu besonderen Gebilden *(Blepharoplast)* und Bewegungsfäden *(Geißeln)* führen. Im Plasma gibt es mit verschiedenen Lösungen gefüllte *Vakuolen,* auch hier wieder eine höchst mannigfaltig gebaute Zellhaut; in den pflanzlichen Zellen entweder die schon erwähnten Chloroplasten oder farblose, auch bunt gefärbte derartige Scheiben; im tierischen Zellenbau fehlt es ebenfalls nicht an *Chromatophoren* nach Art derer, die in der *Amphibienhaut* den Farbenwechsel vermitteln. Im Plasma sind Fäden *(Fibrillen* und *Mitochondrien)* vorhanden (vgl. Abb. 78). Kurz: als eine große Organisation, deren Darstellung Bücher füllt, hat sich die *Zelle* entpuppt, die als die technische Arbeitsform des Plasmas genau so ein Individuum darstellt wie irgendein Kristall.

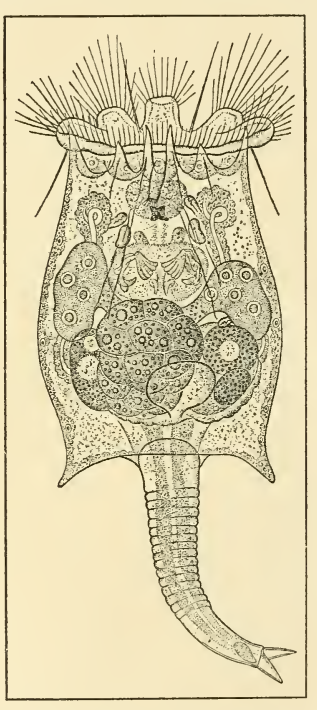


Abb. 82. Brachionus, ein Rädertier, stark vergrößert. Man erkennt die Zusammensetzung aus Zellen und Syncytien, die sich zu Organen der Verdauung, Fortpflanzung, Ausscheidung, Bewegung und Sinnestätigkeit, sowie des Schutzes zusammenschließen. (Original des Verfassers)

Alle diese Organula sind wieder erst aus Waben, Granula und Fibrillen so aufgebaut, wie sie selbst die Zelle zusammensetzen, und diese sind in den vielzelligen Organismen wieder ihrerseits Organe und aus diesen bestehen Individuen höherer Ordnung. Wenn man die Zahl der Zellen, die den Körper eines Erwachsenen zusammensetzen, auf 5 Billionen schätzte, so steht die Zahl der Waben oder Granula, die eine Zelle aufbauen, gewiß nicht weit hinter dieser Zahl zurück. Und wenn die Zellen im Organismus, dem *Gesetz der funktionellen Anpassung* unterworfen, sich in die mannigfaltigsten Formen kleiden, — man vergleiche dazu die Abbildungen und erinnere sich an den Bau des Holzes, eines Muskels, an die Zellenformen in einem *Rädertier* (Abb. 82) oder die etwa 20 000 verschiedenen Formen von Einzellern — so sind auch die Bausteine der Zellen, diese Zellen zweiten Ranges, von nicht geringerer Formenvielheit.

Ein und dasselbe Gesetz geht durch die ganze Lebensreihe und verwandelt die Welt der lebenden Kohlenstoffverbindungen in einen Mikrokosmos, der ein Abbild der

großen Integrationsstufen des Weltganzen ist. Und hier, an dieser Stelle hat die Ergründung und Erklärung des Lebensproblems einzusetzen.

Denn wenn die Gesetze der Welt im Bereich des Lebens wirksam sind — wer will angesichts des chemischen und physikalischen Geschehens dies bezweifeln —, *dann müßte den Integrationsstufen auch ein übereinander geordneter Stufenbau von Integrationseigenschaften entsprechen.*

Und wirklich, ein solcher Stufenbau der Qualitäten ist unverkennbar! Nicht umsonst habe ich bereits darauf hingewiesen, daß der Tod nur das Aufheben einer bestimmten Seinsstufe sei. In gleicher Weise ist auch das Leben erst von einem bestimmten Zusammenschluß der Teile an bemerkbar. Der molekulare Bau des Eiweißes bedingt noch nicht die Lebenstätigkeit, und ebensowenig bedingt sie die Wabenstruktur. An diesem Punkt ist die Grenze des „Unlebendigen"; die nächst höhere Integrationsstufe heißt Leben. Es würde keineswegs genügen, Eiweiß synthetisch herzustellen, was eines Tages, nach den vorliegenden manches versprechenden Vorarbeiten, zweifelsohne gelingen wird, ebensowenig würde es genügen, hieraus ein Gel mit Wabenstruktur zu bauen. Das Leben begänne trotzdem erst jenseits dieser Organisationsstufe; *es scheint also an die Organisation kolloidaler Proteïde, eben an das gebunden zu sein, was man Zelle nennt.* Zerstört man deren Gefüge, so erlischt sofort die urteilende, wählende und regelnde Betätigung, also das, was wir den Kern des Lebens nannten. Töricht erscheinen daher alle immer wieder auftauchenden Versuche, „künstliche Zellen" aus allerlei Chemikalien herzustellen, an denen Oberflächenspannung, kristallinische Kräfte u. dgl. den Mechanismus zelliger Formen, manchmal wie Abb. 83 zeigt, wirklich täuschend nachahmen. Irrig ist auch der Wahn, als sei durch das Abpressen von Gärungsenzymen (die *Zymase)* irgendeine Lebenseigenschaft der Materie entrissen und auf Flaschen gezogen worden. Ganz klar enthüllt sich dagegen vor dem Denken, daß an den molekularen Bau unter gewissen Umständen vektorielle Eigenschaften und mit ihnen die Erscheinungen der Probiose gebunden sind. Das ist die Welt der Kristalle. Genau so sind die Erscheinungen dagegen als Integrationserscheinung an die Tatsache des Zusammenschlusses von Eiweißmolekülen zu der Organisation der Zelle geknüpft, und der alte Satz: Omnis cellula e cellula besteht wenigstens in der Form Omnis vivo ex cellula durchaus noch zu Recht. *Mit diesen Gedanken reiht sich die Lebenserscheinung*

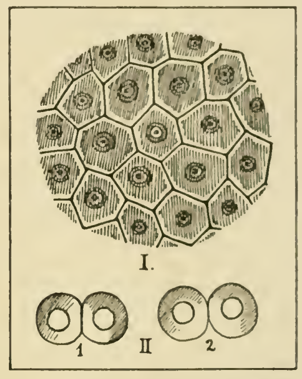


Abb. 83. Künstliche, auf chemischem Wege erlangte Zellenbildungen. (Nach Le Bon)

als eine Entfaltungsstufe ein in den gesamten Weltprozeß, der ewig seine Integrationsleiter hinauf- und hinuntersteigt, und die so viel erörterte Frage des Lebensursprunges und der sogenannten *Urzeugung* rückt als Funktion der Erde in eine Beleuchtung, die ihr bisher noch nie zuteil geworden ist. Hier soll nur darauf verwiesen werden; in dem passenden Zusammenhang, nämlich bei Erörterung des Funktionsgesetzes, soll dieser Faden dann wieder aufgenommen werden.

Man möge mich aber auch bis dorthin nicht mißverstehen: die objektive Denkungsart schließt sich mit diesen Folgerungen nicht etwa dem Materialismus *Büchner*'scher Prägung an und hält die Lebenserscheinung keineswegs bloß für eine chemische Tatsache. Es gilt vielmehr umgekehrt das Faktum, daß, wenigstens ein Teil, der chemischen Verbindungen Lebenserscheinungen aufweist, also *Chemie zur biologischen Wissenschaft wird.* Um kurz zu wiederholen: Die Tatsachen des Weltenbaues sind so gelagert, daß es unter der Fülle der Integrationserscheinungen eine gibt, die einer gewissen Integrationsstufe von sehr verwickelten Kohlenstoffverbindungen anhaftet und die Leben heißt. Zu dieser Integrationsstufe gehören auch wir selbst mit unserem gesamten Kultur- und Geistesreich. Wir sind dabei der eine Ausläufer einer uralten und höchst mannigfaltigen Protoplastenkette, die unter dem Einfluß nahezu aller irdischen und kosmischen Kräfte zu deren Ausgleich Anpassungsformen sonder Zahl hervorgebracht hat.

Es gehört daher so durchaus der naiven anthropozentrischen Zeit an, zu behaupten, der Mensch sei überhaupt die Spitze alles Lebens. Das geht aber angesichts des Lebensganzen nicht mehr. Der Mensch vereinigt keineswegs in jeder Hinsicht die höchsten Qualitäten der Lebewesen in sich. Er ist nicht einmal die harmonischste Form unter ihnen, denn er ist höchst einseitig auf Nerventätigkeit hin spezialisiert. *Er ist das Hirntier par excellence*, so wie der *Albatros* das Flugtier höchster Leistung, der *Elefant* das kräftigste Tier, der *Adler* das Sehtier, die Baumlebensform die harmonischste der Lebensgemeinschaften oder die *Fische* die besten Schwimmtiere sind.

In drei großen Richtungen hat sich der Protoplast von vornherein angepaßt und diese Anpassungen hat er in staunenswerter Weise vervollkommt. Er hat es zunächst erreicht, seine materielle Erneuerung durch die Aufnahme und Verarbeitung von Luftgasen und einfachen Mineralsalzen zu vollziehen. Das ist die Pflanzenlebensform, die in den bescheidensten Gestaltungen als *Alge* (Abb. 87) das Wasser bewohnt und von da aus allmählich lernte, sich allen Oberflächenverhältnissen des Erdballs anzupassen. Die Protoplasten treten dazu meist zusammen und bilden auf höherer Seinsstufe zuerst die Lebensform der *Moose* und *Farne*, die beide der dauernden Nässe durchaus gewogen sind. Von den Farnen erfolgten Umbildungen, welche geeignet waren, mit einem erheblichen Teil des Körpers dauernd in der trockenen Luft zu verweilen. Das große Reich der *Blütenpflanzen* hat es darin in tausend



Abb. 84. Tropischer Urwald

Ein Beispiel eines komplexen Systemes von vollendeter Harmonie, daher von unbegrenzter Dauer. Der Tropenwald ist ein „Schlußverein“, in dem jedes Mitglied an die anderen in Gestalt und Lebensweise angepaßt ist und so zu seinem Optimum kommen kann

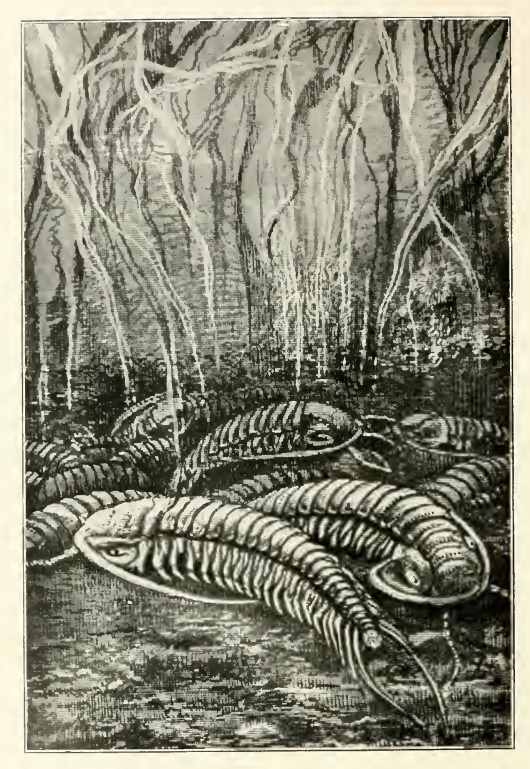


Abb. 85. Trilobiten der Gattung Paradoxites im Kambrischen Meere

Versuch einer Rekonstruktion. (Nach Haase)

und abertausend Formen als Kraut, Staude, Strauch und Baum zur Vollkommenheit gebracht, zu einer Harmonie der Teile unter sich und zum Ganzen, die die Bäume, etwa eine erwachsene Eiche, zu einem Idealbild harmonischen Seins gestaltet. Ein tiefer Sinn lag in der altgermanischen Vorstellung von der *Weltesche*, denn der Baum ist tatsächlich eine Verwirklichung aller großen Weltgesetze. Er ist nicht nur eine von denen, die aus eigener Kraft, unabhängig von dem Dasein anderer ihre Existenz sich sichern können, sondern weit mehr als das, er versteht es, die Umwelt so zu beeinflussen, daß seiner Art unbegrenzte Dauer gesichert wird. In dieser Beziehung ist er einzig unter allen Lebenden und wirklich der Gipfel aller Lebensfähigkeit.

Alle Tiere stehen in dieser Hinsicht weit hinter den Pflanzen zurück, da sie die zweite der großen Lebensformen — letzten Endes ihr Protoplasma — nur durch Aufnahme von Protoplasma erhalten und erneuern können. Aber auch die Pflanzen bringen es nicht zu solch vollkommener Organisation ihres Lebenskreises, daß sie auf die Dauer bestehen könnten. Die einfachsten von ihnen, die Algen sorgen durch die zu Boden sinkenden verlebten Reste ihrer Generationen für die Bildung von Faulschlamm und dadurch für die *Verlandung* der Gewässer, der alle Wasserbecken und Küstenränder mit Pflanzenwuchs *(Lagunen)* anheimfallen. Die Klasse der *Moose* und *Farne* ist auf schattige und feuchte Orte angewiesen, an deren Austrocknung sie teil hat. Dadurch zerstören sich diese Pflanzen ihre eigenen Existenzbedingungen. Dasselbe gilt für alle Blütenpflanzen mit Ausnahme der Bäume. So, wie ein *Torfmoor* allmählich den Platz der Wasserbecken einnimmt und eigentlich nichts anderes darstellt als einen in Milliarden kleinster Moosblättchen eingesperrten See, so verschwindet es auch im Lauf der Zeiten durch seine eigene Existenz. Alle Moore verwandeln sich in Heiden, weil sie den Boden austrocknen und mit Rohhumus anreichern. Die Stelle der *Torfmoose* wird allmählich von der Glockenheide, dem Heidekraut, dann nach und nach von Gräsern eingenommen, und das Moor verwandelt sich je nach den lokalen Umständen in eine saure, später in eine gewöhnliche Wiese oder in rotblühende Heide.

Aber auch Wiesen und Heiden bleiben ebensowenig wie Steppen und Felsenfluren immer in diesem Zustand. Wo früher die Federgräser ungehemmt im Winde wehten, und viele helle und dunkle Blumenaugen frei zum Himmel blickten, wandert Pflanzengeschlecht um Geschlecht ein, immer reicher, bunter und mächtiger, neben den hohen Stauden keimen am Bachesrand und Berghang Sträucher, und bald steht der erste schlanke Baum auf freier Flur, dem immer mehr folgen.

Nur der Mensch kann in stetem Kampf das Walten dieser Naturgesetze[56]), die man die *Wanderung der Pflanzenvereine* nennt, eine Zeit hindurch hemmen, ganz aufhalten kann er sie nicht. Denn außer dem chinesischen (und altägyptischen) gibt es keinen Menschenstaat, der länger als zwei Jahr-

tausende lang das gleiche Land besiedelt. Und was sind zwei Jahrtausende für das Leben der Pflanzengesellschaften, da doch das Leben einzelner Arten nach vielen Jahrmillionen zählt. Die *Buche* von heute besiedelt Europa seit der Kreidezeit, also sicher seit zehn Millionen Jahren, die *Magnolien* und *Wasserrosen* sind fast ebenso alt, die *Nadelbäume* (namentlich die *Auracarien*) noch älter. Die Gattung *Taxodium* lebt in Form ungeheurer Bäume, deren Holz wir verkohlt als Braunkohle brennen, seit Jahrmillionen, seit dem Miocän, in Nordamerika, und der japanische *Gingkyo* wuchs in der Form, wie man ihn heute in Gärten zieht, schon zur Buntsandsteinzeit. Es ist also nur an menschlicher Kurzlebigkeit gemessen eine lange Zeit, in der sich alle Steppen und Triften zuerst in lichten Buschwald, dann allmählich in den dichten, schattigen Mischwald umwandeln, der unter natürlichen Verhältnissen überall Wurzel faßt, und dann nicht mehr vergeht.

Die *Pflanzengeographie*, welche diese Verhältnisse genau studiert hat, drückt das in dem Satz aus: *Der Wald ist ein Schlußverein*, und das besagt dem Kenner, daß die Gemeinschaft der Bäume den Boden nicht einseitig ausnützt oder austrocknet, sondern ihn so umbildet, daß er ständig geeignet ist einen Wald zu ernähren und zu tränken. Das geschieht dadurch, daß die Vereinigung der Bäume alle anderen Pflanzengenossenschaften in sich aufnimmt. Angefangen von den *Bodenbakterien* und Pilzen, die in den Dienst der Stickstoffversorgung gestellt werden, fehlt keiner der bedeutenderen Pflanzenvereine darin. Den *Moosen* wird eine Rolle zugewiesen, die sie für das Gesamtleben unentbehrlich macht. Sie, die sich auf dem Waldboden in grünsilbern schimmernden Teppichen ausbreiten, erhalten von den sich selbst düngenden Bäumen nicht nur die Regentraufe, sondern auch den für sie unentbehrlichen Sonnenschutz. Dadurch gedeihen sie so üppig, daß sie durch ihr Vermögen Wasser zu halten den Riesenbäumen auch in dürren Wochen, überhaupt dauernd, den Wasserhaushalt sichern. Eines stützt dadurch das andere. Die Moose brauchen den Wald, er wieder braucht die Moose. So wie die Bodenpilze ohne den Abfall der Bäume nicht leben könnten und die Bäume nicht ohne Hilfe der Pilze.

Wieder drehen sich groß und bedeutsam Kreisläufe vor dem Auge des Wissenden und zeigen ihm, in sich selbst ruhend, geschlossen, hehr und ewig den Wald und das Leben des Baumes, wie ein Abbild der Weltregierung selbst, die ihre Harmonie durch die Dauer belohnt sieht.

Der Wald schafft sogar den Boden, auf dem er lebt, nach seinen Bedürfnissen zurecht; viele Meter tief häuft er den Urwaldhumus an und schützt die Flanken der Berge vor den Mächten der Zerstörung und Abtragung. Wo der Mensch frevelhaft im Gebirge in die Gesetze der Welt durch völlige Entwaldung eingriff, da wurde er selbst am härtesten bestraft durch Verödung, Unfruchtbarwerden und Entvölkerung von Landstrichen, ja ganzen Ländern. Der *Karst* in Südeuropa, Griechenland, Vorderasien, der antike Kulturkreis überhaupt, sind die warnenden Zeugen für die Wahrheit dieser Erkenntnis.

Wie vom Leben verflucht und daher auch von der Kultur verlassen dürsten ihre Einöden nun seit Jahrhunderten. Spätrom und Byzanz haben dort den ungeheuren Frevel verübt, die einst reichen Wälder zu verwüsten, und die Strafe der Weltgesetze dafür wird in Jahrtausenden nicht enden.

Das sind die Beweise des Satzes, daß der Baum ein harmonisches Wesen sei, dessen vollendete Lebensführung nicht nur durch die unerhörte Dauer des einzelnen Baumes — der Drachenbaum zu *Orotava* auf Teneriffa gilt für 6000 Jahre alt und englische Eibenbäume für 3—4000jährig —, wie vielmehr durch die nicht mehr durch Lebensgesetze, sondern erst die Gesetze der nächsthöheren Seinsstufe, nämlich durch die Gesetze der Erde begrenzt wird.

Weit stehen dieser Lebensform die Tiere und mit ihnen der Mensch nach. Sie, die schon in der Natur einen erheblichen Teil ihrer Lebensenergie aufzehren, um ihrer Nahrung in irgendeiner Form nachzujagen, verbrauchen sich in diesem Kampf ums Dasein gewöhnlich nur zu rasch. Das Leben der meisten Tiere zählt nur nach Tagen und Wochen, wobei ich an die *Insekten* zu denken bitte, und selbst die höheren sind schon in einigen Jahrzehnten gealtert. Es müssen schon sehr günstige Umstände sein, die einen weißköpfigen Geier, wie man zu Schönbrunn bei Wien beobachtet hat, über 128 Jahre am Leben erhalten, einen Hecht an 267 Jahre erreichen lassen. Es gibt keinen einzigen beglaubigten Fall meines Wissens, daß ein Tier mehr als 200 Lenze miterlebt hätte.*)

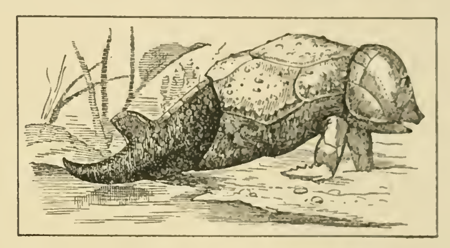


Abb. 86. Panzerfisch (Pterichthys) aus dem Devon rekonstruiert

Das ist aber verschwindend wenig gegenüber den Pflanzen. Und auch ihre Artentfaltung ist sprunghaft und geht mit großen Schritten durch die Welt. Jedes Erdzeitalter hat die Blüte, das Altern und oft auch schon das Aussterben einer großen Tiergruppe gesehen. Die *Panzerfische* (vgl. Abb. 86) und *Trilobiten* (Abb. 85), welche in der ältesten Zeit des Tierlebens ihre Blütezeit erreichten, starben im Steinkohlenzeitalter auch schon wieder aus. Denn die *Ammonshörner* beginnen im mittleren Trias und sind in der Kreidezeit bereits schon wieder erschöpft. Die Gruppe der *Nummuliten*, die das Landvolk als *Münzensteine* verschiedenen Ortes kennt, hat ihre Blüte und ihren Verfall im Eozän. Die großen *Säugetiere* beginnen mit dem Tertiär ihren Gestaltenreichtum zu entfalten, und schon sinkt ihre Lebenskraft so merklich, daß die Großsäuger, die Elefanten, Nashörner, Nilpferde, Löwen, Tiger auch ohne Zutun des Menschen vom Schauplatz

*) Als ältestes Tier gilt eine 150 Jahre lang gefangen gehaltene *Testuda Daudinii.*

des Lebens bald verschwunden sein werden. Vieles deutet darauf, daß der Mensch selbst diesem Gesetz der sinkenden Lebenskraft seiner Gruppe zu unterliegen beginnt.

Allerdings hat die stete Nahrungssorge in dem tierischen Organismus die Eigenschaften auch ganz anders herausgeholt und in einem wundervollen Turmbau von funktionellen Anpassungen sozusagen jede Eigenschaftsmöglichkeit in ihren einzelnen Entfaltungsrichtungen bis zur Vollendung spezialisiert, aber sich gerade dadurch weiter von den Idealen der Harmonie entfernt als die Pflanze.

Noch mehr gilt das von der dritten Anpassungsrichtung, die der Protoplast eingeschlagen hat, indem er sich weder rein pflanzlich noch tierisch nährt, sondern zum *Parasiten* (vgl. Abb. 88) der Mitlebenden wird. Schon vom Einzeller an *(Bakterien)* wandten sich Zellen dieser mühelosen Lebensweise zu, die dann den *Pilzen* und einem großen Teil der *Würmer* den Stempel aufprägte (vgl. Abb. 92) und ihre Vertreter zu Umgestaltungen und Anpassungen so wunderbarer Art zwang, daß manche dieser hochentwickelten Schmarotzer z. B. aus der Ordnung der *Krebse* in ihrem Äußeren und in der Vereinfachung der nur mehr auf das Saugen eingerichteten Organe nahezu pflanzenhaft und pilzartig geworden sind (z. B. der Schmarotzerkrebs *Sacculina*). Diese Fähigkeiten pflanzlicher tierischer oder parasitärer Ernährung sind nun keineswegs an den Begriff „höherer Organismus“ (dessen Existenz allein schon eine allgemeine stillschweigende Anerkennung des Integrationsgesetzes ist) gebunden, sondern zeigen dadurch, daß sie sich bereits bei den einzeln lebenden und umherschweifenden Zellen äußern, an, daß bereits recht hohe Integrationseigenschaften durch den Zusammenschluß der Moleküle zu Organellen und Zellen bewirkt werden können (vgl. Abb. 92).

Von hier aufwärts überrascht uns aber ein geradezu unübersehbarer Bau von Integrationen, den zu verstehen trachten: die vergleichende Histologie und Anatomie, die Pflanzen- und Tiersystematik, die Pflanzenoekologie, die Soziologie der Tiere und die des Menschen, jede auf ihre Art, daher nach den verschiedensten Methoden. Das hat natürlich nur zur Folge, daß die Vertreter dieser verschiedenen Wissenschaften, wenn sie miteinander konferierten, in ihren jeweiligen Fachsprachen aneinander vorbeiredeten, gleich den Arbeitern am babylonischen Turm, während in der einheitlichen, aber freilich noch völlig ungewohnten Beleuchtung des Integrationsgedankens alle diese so höchst verschiedenen Erscheinungen sich nur als Abwandlungen ein und desselben Gesetzzusammenhanges enthüllen.

Die Zellen dienen vielzelligen Gebäuden als Bausteine, wobei wieder ein mehrfacher Zusammenschluß zu Personen höherer Ordnung stattfindet. Mit größter Aufmerksamkeit muß jedermann das verfolgen, denn diese wichtigen Erscheinungen umgeben doch jeden von uns in tausend Gestalten. Zellen erbauen Gewebe, Gewebe erbauen Organe, Organe errichten Organsysteme

(vgl. Abb. 82); aus solchen setzt sich der Organismus zusammen. Organismen aber treten wieder zu Vereinen und Bünden zusammen; aus solchen, die als Zwischenstufe oft noch die Familie und die Sippe kennen, erbauen sich Völker oder Tierstaaten, und viele von diesen zusammengenommen bilden erst eine Flora, Fauna oder Menschheit. In dieser großen Hierarchie aber blitzen auf jeder Stufe der Vereinigungen Eigenschaften auf, die keinem Mitglied der Stufe als solchem allein zukommen.

So lautet das Integrationsgesetz auf die Organismen übertragen. Mitten darinnen steckt unser eigenes Erleben. Wohin man blickt und hört, sei es auf die wechselnden Zustände des Leibes, die Leiden der Seele, die Geheimnisse des geistigen Schaffens oder die unterirdisch dunklen Mächte der Triebe, die Kräfte, die uns beseelen, die Schwächen des Könnens, die uns lähmen, oder den Kampf um das tägliche Brot, die Schwierigkeiten des Erwerbs, die sozialen Bewegungen, Kriege und Feindschaften unter Menschen, die großen Fragen der Völkerpsychologie, Vaterlandsliebe und hohe Politik, Kasten- und Zeitschlagworte, ja die letzten Ideale des Menschengeschlechtes — wo immer wir uns umtun im dunklen und verwirrten Leben, immer strahlt das milde, klare Licht des Integrationsgesetzes und macht uns selbst milde, versöhnend und von klarer Überlegenheit, weil es alles verstehen läßt. Alles muß so sein, denn es liegt beschlossen im Weltenbau. Nur durch diese Vielheit kann er so viele übereinander gebaute und einander tragende Funktionen ausüben, die allein seine letzten Qualitäten, Unvergänglichkeit und Harmonie in der Vielheit ermöglichen. Das Gesetz der Integration ist innig verknüpft mit dem der *Funktion*, und eines kann ohne das andere nicht richtig verstanden werden. Es muß sich daher an diesen Abschnitt notwendigerweise die Erörterung des Funktionsgesetzes anschließen, das die Dinge ergänzen wird, die hier noch dunkel und widerspruchsvoll geblieben sind.

Der Konstatierung der Integration als einer allgemeinen Eigenschaft des Lebens, eine Tatsache, die bisher in verborgenen Winkeln der Literatur ein kaum beachtetes, bescheidenes Dasein führte, reißt so weite Perspektiven auf, daß sie im Rahmen dieses Werkes nicht einmal flüchtig überblickt werden können.

Für den Menschen persönlich vielleicht am wichtigsten ist die Einsicht, wieso die ungeheure Vielheit der Erlebnisse, die Zellen und Organe, sich in der Einheit des *Bewußtseins* und des Ichgefühls verbinden und vereinheitlichen kann. Neben dem Problem des Bewußtseins ist das des *Gemeingefühls* von je die schwierigste Frage der *Psychologie* gewesen, zu der sich nun von einem neuen Standpunkt aus auch neue Zugänge eröffnen. Was darüber derzeit gesagt werden kann, gehört allerdings nicht an diese Stelle meines Gesamtwerkes, sondern in das der Erörterung der allgemeinen Weltgesetze folgende Werk über die Gesetze des Denkens.

Die Verbindung zwischen der Integrationslehre der O.P. und der gegenwärtig herrschenden Psychologie werden am raschesten die auf *Freud* und

Bleuer beruhenden Richtungen der *Psychoanalyse* finden, die mit ihrer Lehre von der Zusammensetzung der Persönlichkeit aus dem „Einzelich" und ihren Untersuchungen über die Erscheinungen der *Ichspaltung* nichts anderes als die Begriffe der Integration anwenden, ohne hierfür den erlösenden Begriff zu finden.

Die Abfolge der Integrationseigenschaften schafft, nachdem sie einmal die Stufe der Personaleigenschaften erreicht hat, eine Hierarchie von Personen. Ein Glied davon ist die menschliche Persönlichkeit, um die sich das Übrige kaum anders denn in folgender Weise gruppiert:

Universalität - Sein - Vorstellungswelt	=	Bios
Dauer - Harmonie	=	Kosmos [Weltall]
?	=	Fixsternsysteme
?	=	Sonnensysteme
?	=	Weltkörper [Erde]
Freiheit in der Organisation . . .	=	Organismenstaaten [Tier- u. Menschenstaaten, Vereine, Völker]
Bewußtsein	=	Organismen [Menschen]
Unterordnung [Organisation] . .	=	Organe [Organsysteme]
?	=	Gewebe
?	=	Coenobien [56])
Leben [Urteilskraft]	=	Zellen [Einzeller, Plastiden]
?	=	Organellen
Funktion [Anpassung]	=	Granula
Individualität [Personen], Probiose	=	Kristalle [flüssige Kristalle].

Alle diese „Personen" sind, wie *William Stern*, dessen Werk „Person und Sache" [57]) einen bemerkenswerten Schritt in dieser Richtung wagt, sich ausdrückt „einheitliche, von innen aus tätige, zielstrebige Wesen verschiedenster Art"; von ihnen ist dem Menschen ja nur der Mensch in seinen Integrationseigenschaften (und das noch nicht vollkommen, man denke nur an die unleugbar vorhandenen okkulten Phänomene seines Seelenlebens, wie Hypnose, Suggestion u. s. f.) gut bekannt; von den einfacheren und übergeordneten Stufen weiß er in dem Maße weniger, als sie weniger Analogien aufweisen. Es ist aber zweifellos — und hierin schließt sich die objektive Philosophie *Leibnitz, Lotze* und *Fechner* an —, *daß die Personen, denen der Mensch als Bestandteil eingeordnet ist, des seelischen Lebens nicht mehr verlustig gehen, denn nirgends in den Gesetzen der Welt hat sich gezeigt, daß beim Erreichen höherer Integrationseigenschaften durch Zusammenschluß von Personen irgendwelche einmal entfaltete Qualitäten wieder verschwinden.* Die Summe der psychischen Leistungen eines Volkes kann doch nicht das Fehlen des Psychischen sein, und in einem Sonnensystem, das viele Himmelskörper mit Kulturen und einer Unsumme geistiger Leistungen zusammenschließt, können diese nicht verloren gehen und in ihren Wirkungen erlöschen. Da es sich aber nicht um reine Summation, sondern eben um Integration handelt, deren Charakter als Qualitätentransformation hier sehr deutlich hervorleuchtet, so muß die Möglichkeit zuge-

geben werden, *daß diese geistigen Leistungen ihre Auferstehung in höheren, den Gliedern eines Systems ganz sicher unvorstellbaren Qualitäten erleben.* So wenig den Zellen unseres Leibes eine Vorstellung vom ganzen Leib und ein Ichbewußtsein seiner Person zukommen kann, ebensowenig vermögen wir uns wesentlich richtige Vorstellungen davon zu bilden, was die Weltsysteme oder der Bios als Ganzes zu bedeuten und zu leisten vermögen. Unsere Vorstellungen hierüber haben nur den Wert *semikonvergenter Reihen*, auf den in der Astronomie *Henri Poincaré* aufmerksam machte; es ist also nur ein Versuch mit untauglichen Mitteln, daher lückenhaft, wenn ich links von dem Stufenbau der personalistisch befähigten Welt die Eigenschaften hinschrieb, die unser Denken den einzelnen Personen als ausschlaggebendes Merkmal zueignet. Der Kontrast zwischen Zoësis und Wirklichkeit und die relativistische Natur des Denkens, sie werden damit wieder einmal offenbar. Je weiter wir uns nun nach aufwärts von der Personalstufe Mensch entfernen, desto lückenhafter — und zwar rascher als abwärts — gestaltet sich das Bild der sich folgenden Integrationsstufen.

Das meiste weiß man noch von den Verbänden der Organismen zum Zweck der höheren Gemeinschaft, also von dem großen, die Gegenwart mehr denn jede andere Zeit bewegenden sozialen Problem, das von Zellen, Pflanzen, Tieren und Menschen in höchst verschiedener Weise gelöst wurde.

Die objektive Denkungsart kann sich diesem Problem mit anderem Tiefblick nähern denn die vor ihr wirksamen Denkmethoden, hat sie doch an dem Begriff der *Dauer* (der die Qualitäten des Optimismus und der Harmonie in sich faßt), ein untrügliches Kriterium dafür, ob diese oder jene Organisationsmethode vollendet ist oder nicht. Und da zeigt sich tatsächlich, daß die Organismen, um alle vier Lebensformen gemeinsam zusammenzufassen, verschiedene Arten von Organisation versucht haben.

Nicht nur der Mensch, sondern auch sie waren also zur Unbestimmtheit verurteilt, welcher Weg der Vergesellschaftung zum Heile aller führe. Allein der Erfolg setzt ein Ziel dem Schwanken, das sich im Bereich des menschlichen Denkens stets zwischen den zwei Polen der soziologischen Definitionen abgespielt hat, die von *Aristoteles* und *Hobbes-Locke* stammen. Der Aristotelisch-(Platonischen) Theorie, daß die Gesellschaft ein Lebewesen sei, das einen Teil der Natur ausmache, daher durch Induktion, in der Sprache der Alten: durch die natürlichen Gesetze erkannt werden könne, stellten sich die Engländer des Barockzeitalters mit der entsprechenden Erklärung entgegen: Die menschliche Gesellschaft sei ein Produkt von Willkür, eine Art Kunstwerk, das daher außerhalb der Natur stehe und nur den Gesetzen der Logik unterworfen sei (als ob Natur nicht auch denselben Gesetzen unterstände). Bekanntlich haben *Spinoza, Leibniz, Montesquieu* die erstere Ansicht zum Siege geführt, während *Rousseau* trotz dem Schlagwort der Rückkehr zur Natur die Entnatürlichung so weit trieb, zu sagen: Der Staat sei ein Werk der Kunst, das der Vernunft der Bürger ständig zu

schaffen gebe, worin eigentlich ganz ehrlich eingestanden ist, daß jedes künstliche Staatsgebilde zu ununterbrochenen Krisen führen muß.

Der klassischen deutschen Philosophie blieb es vorbehalten, in dieser elementarsten Frage aller zivilisierten Lebensführung das Optimum definitiv und gründlich dadurch auszuschließen, daß sie beides für möglich erklärte und echt hegelisch in einer Synthese das Heil suchte. *Kant* ging darin voran, *Fichte* schließt sich mehr *Rousseau* an, und *Hegel* schafft durch seine berühmt gewordene Erklärung, die Gesellschaft sei nicht nur ein organisiertes Naturwesen, sondern auch die künstlich realisierte Idee des Geistes, „das relative Absolute“, die das ganze 19. Jahrhundert hindurch herrschende *Staatstheorie*, die durch *Marx* in den *Sozialismus* übergegangen ist, und die unschwer in ihrem inneren Widerspruch als die wahre Ursache der sich immer steigernden Krisen, nämlich als die Quelle des Diktaturgedankens einer Kaste (vordem die des Adels, dann die der Militär- und Kapitalisten-, jetzt der Arbeiter- und Proletarierkaste) durchschaut werden kann.

Dieser in der sozialen Praxis herrschenden Auffassung setzt dann *August Comte* in einer genialen Konzeption und *H. Spencer* mit echt englischer Zähigkeit und Bedachtsamkeit wieder den Aristotelismus gegenüber, und im Kampf dieser Opposition gegen die mächtig gewordene „Unnatur“ zerreibt sich die Gegenwart. Dem steht auf seiten der übrigen Organismen eine Fülle von Tatsachen gegenüber, welche die Aufstellung, Ausführung und Bewährung oder die üblen Folgen der verschiedensten Organisationssysteme vor Augen rücken. Die erste Form, in der sich aus Zellen höhere Organismen schaffen, ist die *Plasmodien*- oder *Syncytienbildung*, die materielle, sogar gestaltliche Verschmelzung von Zellen. Sie war auf den vormaligen Entfaltungsstadien des Erdlebens häufiger als heute, denn es gibt mehr fossile *Siphoneen* als rezente. Siphoneen sind vielzellige grüne Süßwasser- und Mee-

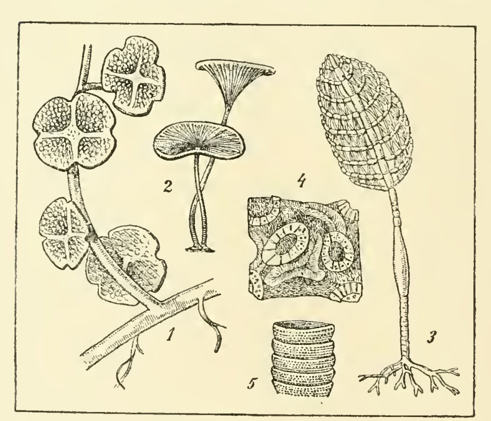


Abb. 87. Schlauchalgen (Siphoneen), welche eine andere Art von Zellvereinigung verwirklichen als die Zellenpflanzen. 1. Caulerpa, Tang aus den Tropenmeeren (nat. Größe). 2. Acetabularia mediterranea aus dem Mittelmeer (nat. Größe). 3. Lager von Struvea plumosa aus den tropischen Meeren (nat. Größe). 4. und 5. Fossile Siphoneen (sog. Diploporen), deren verkalkte Reste erhebliche Teile der Triaskalkalgen zusammensetzen. 4. Geschliffenes Gesteinstück mit Stielen von Diplopora sp. 5. Gyroporella triasiana, die sich z. B. massenhaft in den Kalkwänden der Zugspitze (Wettersteinkalk) findet (vergr.). Original



Abb. 88. Blüte und Knospen auf den Strängen einer Rafflesia Arnoldii, die als Schmarotzerpflanze in den Wäldern Sumatras lebt

Originalzeichnung

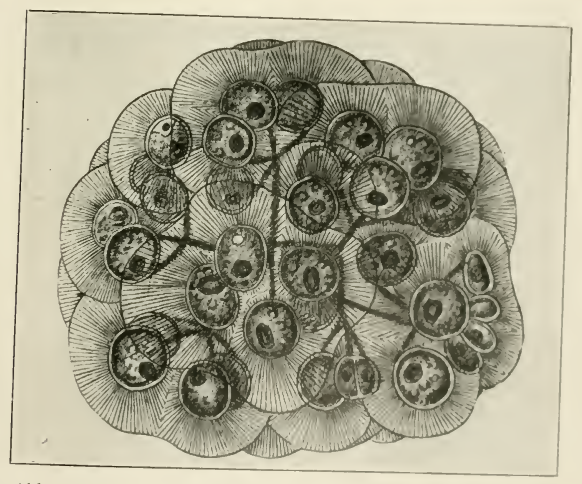


Abb. 89. Das Coenobium der Grünalge Dictyosphaerium pulchellum bei starker Vergrößerung

Ein Fall von einfachster Art des sozialen Zusammenlebens einer Familie, die aus den Teilungen einer Stammutterzelle hervorging. Die Dictyosphaerien sind miteinander nur locker vereinigt und nicht verwachsen. (Nach Senn)

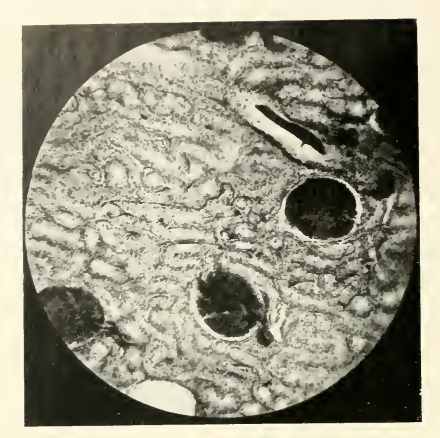


Abb. 90. Schnitt durch die Rindensubstanz einer injizierten Niere (25jährig †), mit den „Glomeruli“ und den gewundenen Nierenkanälchen (tubuli contorti)

Etwa 60 fach vergrößerte Originalmikroaufnahme von Frau Dr. Friedrich

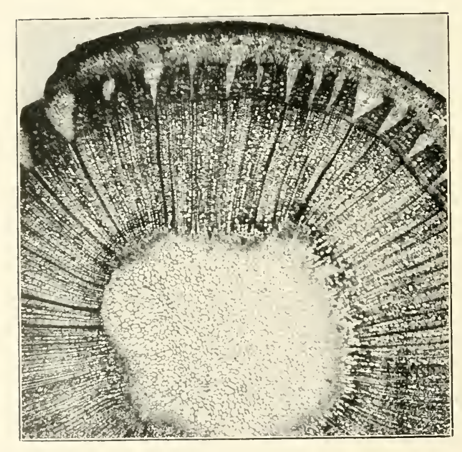


Abb. 91. Querschnitt durch einen jungen Lindenzweig

Man erkennt deutlich den Bast, das Kambium, die Markstrahlen und die großen Gefäße. Außer dem Bast liegt die Rinde mit den äußeren Korkschichten, im Zentrum das lockere Mark. Etwa 25 fach vergrößerte Original-Mikroaufnahme des Biologischen Institutes München

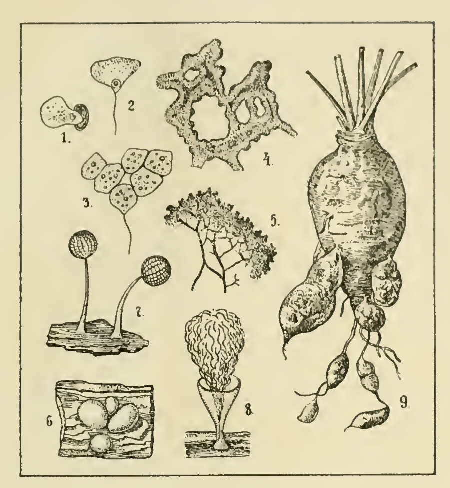


Abb. 92. Lebensgeschichte der Schleimpilze (Myxomyceten). 1. und 2. auskriechende Schwärmer von Didymium Leucopus, die sich in 3. zu einem Plasmodium zusammenlegen, von dem ein Teilstück in 4. vergrößert, in 5. in natürl. Größe dargestellt ist. 6. Sporenbehälter von Lycogala Epidendrum in natürl. Größe. 7. Zwei Sporenbehälter von Dictydium cernuum in 10facher Vergrößerung. 8. Geöffneter Sporenbehälter von Hemiarcyria clavata, dessen fädig hervorquellendes Capillitium die Sporen ausschleudert, in 20-facher Vergrößerung. 9. Eine an der Kohlhernie erkrankte weiße Rübe. Die Ursache der Krankheit ist der Schleimpilz Plasmodiophora Brassicae; etwas verkleinert. (Originalzeichn.)

resalgen, von denen einzelne Vertreter, *Vaucheria* am Teichrand, die blätterbildende große *Caulerpa* im Tropenmeer, die sonnenschirmförmige verkalkte *Acetabularia* im Mittelmeer weit bekannt sind. Das Besondere an ihnen, das bis zu unserem Interessenkreis reicht, ist ihre Zellenlosigkeit. Die Protoplasten geben die Individuation auf zugunsten des Ganzen. Das gesamte, oft metergroße Phylloid einer Caulerpa besteht aus einer schleimigen, unorganisierten Innenmasse, die sich nur durch spreizende Balken einige Festigkeit zu verschaffen weiß. Ähnlich, nur zusammengeballten Schleimklumpen gleich sind die Schleimpilze *(Myxomyceten)* (Abb. 92) und *Myxobakterien*, in deren Verwandtschaft der *Malariaerreger* gehört. Alles zusammen kaum einige hundert Gattungen gegen hunderttausende von anders organisierten, trotzdem sie alt sind und Kalke *(Gyroporella)* schon im Triasmeer bildeten. Heute sind wenige und diese nur in geringer Anzahl da; die ausgestorbenen waren mehr, ja so massenhaft vorhanden, daß fast der gesamte *Wettersteinkalk* in mehreren hundert Kilometern Erstreckung und mehreren tausend Metern Mächtigkeit aus ihren Resten besteht. Daraus allein kann man schon mit Sicherheit folgern, *daß das Sichaufgeben des Individuums zugunsten des Ganzen nicht der erfolgreiche Weg der Staatenbildung war.*

Ein zweites Organisationsprinzip wird verwirklicht von den *Flechten* des Pflanzenreiches. *Mutualismus* oder *Symbiose* nennt man diese Vereinigung, bei der ein Pilz und eine Alge (vgl. Abb. 94) zusammentreten in eine Interessengemeinschaft der Ernährung, des Schutzes und durch gemeinsame Brutknospen sogar der Fortpflanzung, also in einem gesagt: in eine Gemeinschaft der Schicksale.

Wenn es auch scheint, daß in diesem Konsortialverhältnis die grüne Pflanze in gewissem Sinn von dem Pilz beherrscht wird, so ist doch Gegen-

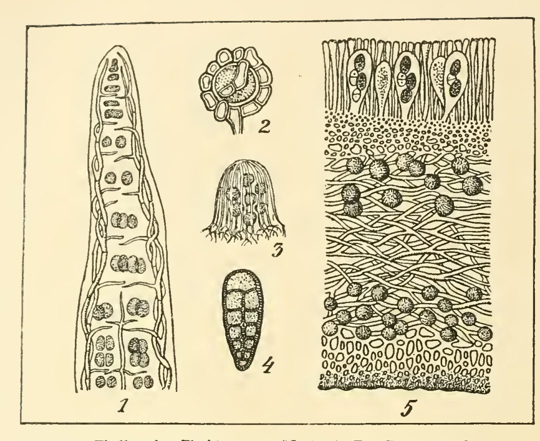


Abb. 94. Thallus der Flechten, vergrößert. 1. Ein Zweig des Lagers von Ephebe pubescens als Beispiel der lockersten Art von Symbiose. 2. Beispiel für das Zusammenleben der Pilzfäden mit der kugeligen Alge. 3. Soredie der Bartflechte (Usnea barbata). Einige Algenzellen wandern mit den sie umspinnenden Pilzfäden aus. 4. Eine Pilzspore der Urceolariaflechte. 5. Querschnitt durch das Lager der auf Bäumen häufigen Rindenflechte (Parmelia). Oben erkennt man die Schlauchsporen (Ascosporen) des Pilzes, darunter die sogenannte Gonidienschicht, in der Algen und Pilze zusammenleben; unten die feste Rindenschicht. (Nach Francé, Leben der Pflanze)

seitigkeit gewahrt, und es läßt sich nicht leugnen, daß die zustande gekommene Flechte in ihrer oft stattlichen und farbenschönen Erscheinung eine Daseinsform höheren Ranges darstellt als jede ihrer Komponenten für sich genommen. Insofern ist eine *Becherflechte* (Cladonia) mit ihrem verzweigten silberschimmernden Laub am trockenen Waldboden und den prachtvoll korallenroten *Apothecien* auf den zierlichen Becherchen sozusagen die Verkörperung des Integrationsgedankens. (Abbildung 94.)

Trotzdem hat sich diese Methode der Organismenbildung nicht verbreitet. Wohl haben die Flechten in mehr denn 2000 Arten die ganze Erde und länderweite Gebiete an den Grenzen des Pflanzenlebens mit *Flechtentundren* besiedelt, aber alle sind schwach und klein geblieben, und keine hat es zu Entfaltungen höherer Art gebracht. Auch dieser Entwicklungsast am Stammbaum des Lebens ist abgebrochen. Wollte man sinnbildlich reden, so drängte sich das Wort zu, daß auch durch die Freundschaft auf die Dauer keine Gemeinschaft zu begründen war. Dagegen ist in tausendfacher Variation auf der ganzen Erde eine dritte Integrationsmethode durchgedrungen, und das ist der Zusammenschluß gleichberechtigter Arbeiter zur Erreichung gemeinsamer Ziele und die gemeinsame Unterwerfung solcher Verbände unter andere in steter Steigerung der Zwecke im Sinne gemeinsamen Nutzens. Mit anderen Worten: *die Gesetze der Staatenbildung im Sinne des „contract social" sind so allgemein im Reiche der Organismen und seit so langer Zeit verbreitet, daß sie offenbar die der allgemeinen Weltstruktur entsprechende Form von Integration lebender Organismen sein müssen.* Wenigstens wurden sie nicht durch die sonstigen Gesetze der Welt zerrieben. Verfolgt man diese Erscheinungen in ihre Einzelheiten, so

wird man die Grundlagen einer *organischen Soziologie* erbauen, zu der bereits seit *Comte's* und *Spencer's* Tagen namhafte Vorarbeiten vorliegen.[58])



Abb. 93. Die häufigsten einheimischen Strauch- und Becherflechten. Auf dem Baumstamm wuchern Cladonien, vorn die einfachen becherförmigen Podetien von Cladonia pyxidata, dahinter die verzweigten Träger der Apothecien von Cladonia rangiferina, zu oberst Cladonia coccifera. Im Hintergrund links das isländische „Moos" (Cetraria islandica), rechts Rentiermoos (Cladonia rangiferina), beide die Hauptbestandteile der nordischen Tundren. (Teilweise nach der Natur gezeichnet)

Wir sehen demnach aus der Betrachtung der Weltgeschichte, die ja der Spiegel der Weltgesetze und ihrer Folgen ist, die Menschheit zu allen Zeiten und unter allen Lebensbedingungen in endlose Leiden und Krisen verstrickt, wenn sie nicht jenen Weg der Staatenbildung beschreitet, der durch den Weltenbau vorgezeichnet ist. In meiner Lebenslehre, die ich unter dem Titel: Die Wage des Lebens*), gewissermaßen als hystorisches Bilderbuch zu dem vorliegenden Werke herausgegeben habe, bin ich diesem Weg der Menschheit nachgegangen, der wie eine große Klage vorüberzieht, und habe dort gezeigt, wie immer und bei allen Völkern dies Befolgen der Weltgesetzlichkeit die Ausnahme, das Abirren von ihr und damit auch Entartung, Leid und Krisen jeder Art die Regel gewesen sind. Nur da und dort, in dem chinesischen Reich unter dem Einfluß der konfuzianischen Lebensregeln, in den pythagoräischen Gemeinden, in der griechischen Polis, in den deutschen Reichsstädten hat sich für kurze Zeit eine Kultur herausgebildet, welche in einigem als Abbild der Weltgesetzlichkeit diesen Namen verdiente. Freilich verging auch sie alsbald immer wieder durch die Reibungen mit der anders gearteten Umwelt, aber selbst in den Jahrzehnten ihres Bestehens schuf sie Lebens- und Kulturwerte, so daß noch Jahrhunderte und die erleuchteten

*) Prien b. München (Anthropos-Verlag). 1922. 3. Aufl.

Geister aller Völker sehnsüchtigen und verzückten Auges auf sie zurückblicken, gleichsam wie auf unerreichbare Ideale des Menschentums.

Wohl behaupten seit dem merklichen Sinken des kulturellen Niveaus durch den großen Krieg der jüngsten Zeit lauter gewordene Stimmen als früher, eine solche Lebensregelung und Weltanschauung von rein naturwissenschaftlichen Grundlagen aus errichtet, sei für immer abgetan. Sie haben auch nicht unrecht, wenn sie auf das Unpsychologische, an absolute Erkenntnisse Gläubige des *Positivismus* oder des Monismus *Häckel*'scher Prägung abzielen, aber nie und nimmer wird in der Welt einer ihrer Teile in dem Getriebe des Ganzen bestehen können, wenn er nicht den Gesetzen dieser Welt gemäß gebaut ist und handelt.

Auf der Stufe der Menschwerdung aber haben die Singula, mögen sie nun bloß als geistige Wesenheiten oder als materielle Teile gefaßt werden, also sowohl für das Erleben des Idealisten wie des Materialisten, die Integrationseigenschaft der *Freiheit*, die sich in ihren sozialen Gebilden ausspricht, und die ihnen den Charakter aufdrückt. Es ist dem Willen der staatenbildenden Personen anheimgestellt, sich an dem Zusammenschluß zu beteiligen oder ihn anarchisch zu regieren. Darin scheint das völlig Wesensverschiedene von Staat und Zellengemeinschaft zu liegen. Nähere Betrachtung ergibt allerdings darin etwas Neues, von der Staatstheorie und Soziologie, fast will es den Anschein haben, geflissentlich Mißachtetes und Übersehenes, nämlich die für das „Staatsleben" geradezu ausschlaggebende Bedeutung der Abstammung der Staatsteilnehmer.

Die Zellenstaaten bestehen aus Personen von gleicher Abstammung. Eigentlich verwirklichen sie das *Matriarchat*, oft in reinster Form. Der Aufbau einer Zellengemeinschaft erfolgt entweder durch *Knospung*, also Kolonienbildung, wie sie die antike Polis auch kannte, oder in den weitaus häufigeren Fällen durch *Befruchtung*, die wenigstens bei den Pflanzen eine doppelte ist. Der vorher geteilte Kern der Vaterzelle *(Spermakern)* vereinigt sich sowohl mit dem Kern der Mutterzelle, als auch mit dem sog. vegetativen Kern des pflanzlichen Embryosackes zum *Endospermkern* (vgl. Legende und Abb. 95). Aus diesen beiden Kernen sproßt nun das ganze neue Geschöpf; durch die stets fortgesetzten Teilungen, zu deren Verständnis man die Abbildung (24) der *Blastula* betrachten möge, wird jede Zelle des funktionsfertigen Organismus zum Sippenverwandten der anderen, und das Ganze stellt wirklich ein „Volk von Brüdern" dar, zum mindesten ein System von Personen gleicher Abstammung. Es ist also in jeder Zelle eines Organismus wenigstens der Grad gleicher Veranlagung vorauszusetzen, der Kindern eines Elternpaares zukommt. Das macht die absolute Unterordnung unter gemeinsame Zwecke, die man im Zellenstaat allenthalben beobachten kann, leicht erklärlich.

Es ist nun noch viel zu wenig beachtet worden, daß auch in den Organismenstaaten außer dem Menschen, das gleiche Matriarchat herrscht. Solche

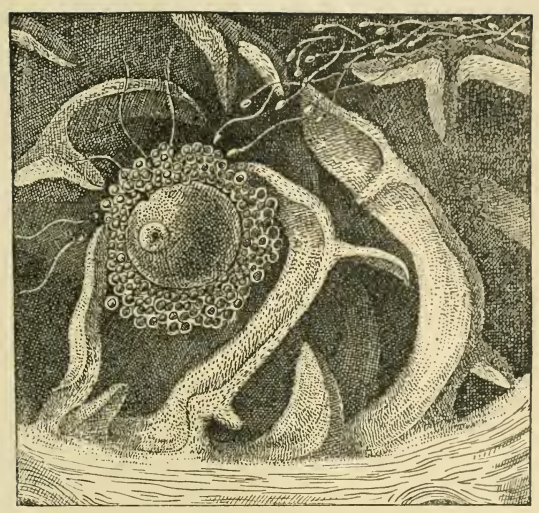


Abb. 95. Die Befruchtung des menschlichen Eies

Versuch einer Rekonstruktion des noch nie gesehenen Vorganges. Die Befruchtung findet statt in dem Eileiter (Tuba uterina), dessen Queransicht mit den großen, namentlich ampullären Teil stark verzweigten Falten der mit Flimmerhaaren bedeckten Schleimhaut dargestellt ist. Unten ist die Muskelhaut mit einigen Venenquerschnitten gezeichnet. — In den Falten verfängt sich das befruchtungsreife Ei, das von dem lockeren Zellenhaufen des discus oophorus umgeben ist, und das von den Samenfäden der eingedrungenen Spermaflüssigkeit umschwärmt wird. Diese sind größer dargestellt (der Deutlichkeit halber), als es den wahren Verhältnissen (Eidurchmesser 300 μ, Spermalänge 70 μ) entsprechen würde. Ein Samenfaden dringt soeben ein und vollzieht die Befruchtung. (Mäßig vergrößert.) Nach den Angaben des Verfassers gezeichnet.

sind bekanntlich die Nester der *Ameisen, Bienen, Wespen, Hummeln, Termiten,* die Bauten der *Korallen,* die Kolonien der *Moostierchen* (Bryozoen), die Staatsquallen *(Siphonophoren)* (siehe Abbildung 129 Bd. II), von denen eigentlich keine das absolute Analogon zum Menschenstaat darstellen, da ihre Mitglieder zur Vergesellschaftung nicht in Freiheit ihrer Wahl schreiten. Die Mitglieder eines Ameisennestes (bis 50000) sind Abkömmlinge der *gleichen Mutter* und alle untereinander, wenn sie auch von verschiedenen Vätern stammen, verwandt, was sich schon in dem gemeinsamen, auch zur Erkennung ihrer Zusammengehörigkeit verwendeten *Nestgeruch* ausspricht.

Die Staatsformen, deren absolutes Gedeihen im Einklang mit den logischen Gesetzen der Systembildung den menschlichen Staatenbildungen als unerreichtes Vorbild dienen könnte, beruhen also auf *Reinrassigkeit.* Wo wir das Optimum des Staatenlebens angenähert finden — und bei den sozialen Insekten ist es unbestritten angenähert —, da wurde es nur erreicht, dadurch daß *der Staat keine rassefremden Eindringlinge duldete.* Jede Ameise aus fremdem Nest wird unerbittlich getötet oder versklavt, so wie die *Ameisengäste* aus dem Kreise der *Käfer* u. dgl. In den von Krisen freien und dauernd haltbaren Staaten — die sozialen Insekten befolgen dieses *System* mindestens seit dem Tertiär, also seit annähernd zweitausendmal längerer Zeit als es Menschenstaaten gibt — ist demnach *Rassenhygiene* und die Hochhaltung der Reinrassigkeit eine streng gewahrte Vorbedingung der Staatenbildung.[59])

Wenn man mit dieser Idee im Kopfe zur Geschichte der menschlichen Staaten zurückkehrt, blickt man gewissermaßen wie mit neuen Augen auf die ununterbrochene Kette von Leiden, denen die Einheimischen und die Zugewanderten bei allen Völkern dadurch ausgesetzt waren, daß es vielleicht mit Ausnahme *Islands* und der *Faröer* in der Kulturmenschheit nirgends Staatenbildungen reinrassiger Völker gab und gibt. Klar vorgezeichnet sieht man dann, daß der Weg zur Besserung der moralischen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Zustände, von der alles andere abhängt, mit einer Rassenpolitik einsetzen muß, deren Gesetze freilich auch erst noch gereinigt und festgestellt werden müssen. Man fühlt es, wie man mit diesen Gedanken an die Wurzeln des Elendes greift, das die Menschheit quält; man sieht in die Sackgassen hinein, in die sie sich verrannt hat, während der deutliche und breite Pfad der Erlösung zu fernen Höhen führt. Man kann von hier aus die Gesetze der Welt unmittelbar auf die Bedürfnisse des Tages anwenden, auf seine drückendsten Nöte und die große Verwirrung, in der die besten Absichten wie im Nebel irren, als seien sie, die uralten und ewig wiedergefundenen, das modernste, rettende Schlagwort und die neueste Erlöseridee.

In dieser Region herrscht für den objektiven Denker absolute Klarheit und jene Schwungkraft erlebter Wahrheit, die dem Handeln den Arm stählt — aber in allem, was darüber hinaus ist, breiten sich wieder die Schleier, die Augentäuschungen und perspektivischen Verzeichnungen, die nun einmal für das Menschenauge von der Entfernung unzertrennlich sind. Denn es läßt sich weder mit Sicherheit erkennen, in welcher Weise die Fähigkeiten der in der Erde zusammenwirkenden sämtlichen bisher untersuchten Singulationen durch die Erde integriert werden, noch was die spezifische Funktion der Himmelskörper im Weltganzen sein mag.

So viel auch *Geophysik* bisher schon geforscht hat, im ganzen weiß sie doch überraschend wenig. Das kommt sicherlich mit davon her, daß sich ihr weder die unbedingt nötige *Geochemie* noch die *Geobiologie* angeschlossen haben; man wagte wohl die Erde einheitlich als Kugelmasse, als Rotationsellipsoid, als Magneten, als Einheit im Bau des Riesenatoms, genannt: Sonnensystem, aufzufassen, weder aber als Stoff höherer Ordnung, noch mit Ausnahme *Fechners*[60]) und einiger anderer Versuche als Lebewesen für sich. Beides wird nicht ausbleiben und wird die Entdecker mit einer Flut neuer Einsichten überschütten.

Aber das alles ist Sache der *Forschung*, der Induktion, und nicht die des reinen Denkens und der denkenden Verknüpfung schon gewonnener Kenntnisse. Ich kann daher nur Weniges mehr dem hinzufügen, was ich von den Eigenschaften des Seins auf dieser Entitätsstufe bereits auf S. 75 gesagt habe. Nur von den noch besprochenen Eigenschaften des *Geoids*, wie der Astrophysiker die Erde als Objekt seiner Betrachtungsweise nennt, ist vieles bekannt, namentlich wenn man das Wissen hierüber vergleichend dem von seinen Gefährten und seiner „Mutter“, der *Sonne*, einordnet.

Das elementarste davon ist die *Kugelgestalt der Erde*, die man im Kulturkreis immer wieder erkannt, aber auch immer wieder vergessen hat. *Aristarch* aus Samos verschaffte der pythagoräischen Schule den Ruhm, die erste gewesen zu sein, die (*Aristoteles* stand dem entgegen) diese grundlegende Tatsache der Erdkunde behauptete, und wenn man sich heute die so einfachen Beweise dafür vor Augen hält, erstaunt man und versteht es, wieso die Menschheit, die so simple Dinge weder finden noch fassen konnte, sich auch noch heute in einem Stadium befindet, in dem sie von den ersten Gesetzen des Daseins und ihres Lebens keine Ahnung hat. Es gibt der Beweise für die Kugelgestalt der Erde eigentlich zahllose, angefangen von der Möglichkeit der Erdumseglungen, deren erste *Magelhaes* von 1519 bis 1522 ausgeführt hat, und von dem Kugelschatten, den der Erdball gelegentlich einer *Mondfinsternis* auf diesen wirft, bis zur sphärischen Krümmung von Spiegelbildern der Ufergegenstände im Meer oder in Seen und dem Verschwinden abfahrender Schiffe, oder auch von fernen Bergen unter dem Horizont. Das ist den Bergsteigern wohlbekannt in der Form, daß sich ihr Gesichtskreis nicht in dem Maße unbegrenzt erweitert, je höher sie stehen. Bekanntlich ist bei sichtigem Wetter der Gesichtskreis in der Ebene etwa 4 km weit gezogen. Dieser Radius beträgt aber bei 100 m Erhebung bloß 38 km, bei 300 m 66 km, bei 2000 m 172 km und bei 3000 m 210 km. Vom höchsten Berge Deutschlands aus erblickt man daher als Grenze den Dom von *Ulm*, der etwa 200 km entfernt ist. Das wäre anders, wenn die Erde Scheibenform hätte, wie Homer oder die Ritter glaubten. Die Kugelkrümmung ist dagegen so gewaltig, daß ein Schiff schon in 3500 m Entfernung um einen Meter unter den Gesichtskreis versunken erscheint.

Aber diese Kugel ist abgeplattet, deshalb nennt man sie *Geoid*. So wie die Kugelform die technische Form der Drehfunktion ist, so ist auch die Abplattung nur deren Folge. Die *Rotation* der Erde wurde bekanntlich in der wunderbaren Halle des Pantheons zu Paris im Jahre 1851 zuerst von *Foucault* öffentlich nachgewiesen. Er hing darin an der 67 m hohen Kuppel ein 28 kg schweres Pendel auf und ließ es schwingen. Dreht sich nun die Erde, dann verschiebt sich der Boden unter dem Pendel, und tatsächlich nach einigen Minuten zeigte sich eine solche Verschiebung nach rechts, so wie es die Theorie der Erdrotation forderte.

Das leuchtet alles ein, und man prägt sich respektvoll die durch die mühevollsten Messungen ermöglichten Daten über die Dimensionen der Erde ein (nach *Bessel*), wonach

die halbe große Äquatorialachse 6 378 153 m,
„ kleine Polarachse 6 356 832 m beträgt,

so daß die 21 321 m Unterschied einer Abplattung von $1/_{299}$ entsprechen. Mit diesen Zahlen steht im Einklang, daß der Umfang des Äquators 40 070 km, die Oberfläche der Erde 510 082 Millionen km² (Deutschland gerade den millionsten Teil davon), ihr Volumen 1 083 260 Millionen km³ mißt.

15*

Übersetzt man diese weit über die Zoësis hinausreichenden Zahlen in eine faßlichere Darstellung, so müßte ein korrekt gearbeiteter Globus von einem Meter Durchmesser an der Polachse um drei Millimeter kürzer sein. Das nehme wahr, wer es kann.

Diese Dinge sind zwar gemeinbekannt, aber trotzdem macht man sich, wie man aus den allenthalben angewendeten Vorstellungen sieht, nicht den richtigen Begriff davon, daß diese Ziffern bedeuten, die Erde sei so klein im Vergleich zum System, zu dem sie gehört, daß sie anmutet, wie ein Staubkörnchen, das sich in den Sonnenstrahlen in einem leeren Zimmer dreht. Schon in der Sonne allein hätten 1 300 000 Erdkugeln Platz. Trotzdem glaubte die Menschheit viele Geschlechter hindurch, um die Erde drehe sich dieses ganze Sonnensystem mit seinen 700 ebenbürtigen anderen Himmelskörpern!

Diese Kugel ist nun bekanntlich ein Ball aus Gasen, Wasser und Gesteinen. Ihre gesamte Dichte beträgt 5,5 mal mehr, als wenn sie nur aus Wasser bestände, trotzdem ihre Oberflächengesteine nicht dichter denn 2,7 sind. Wenn man dagegen hält, daß *Merkur*, der sonnennächste der Planeten, eine Dichte von 6,57, *Venus* 4,52, *Mars* 3,98, *Jupiter* 1,36, *Saturn* 0,72 besitzen, will es wie ein Gesetz erscheinen, daß die zuerst gebildeten Planeten aus immer weniger dichter Materie bestehen, wenn nicht *Uranus* mit 1,09 und *Neptun* mit 1,68 diese Reihe stören würden. Aber auch so bleibt im großen die Tatsache bestehen und fordert eine Erklärung, die nach allem, was man weiß, nur in der Richtung liegen kann, daß *die Planeten Abkömmlinge von oberflächlichen leichten und tieferen dichten Schichten der Sonne sind*, daß also in der Sonne eine Art Saigerung stattgefunden haben müsse. Damit stimmt, daß auch in der Erde sich die Massen höchst ungleichmäßig gelagert haben, denn, wie erwähnt, sind schon die Schichten unter den 72 mit Wasser überfluteten Hundertteilen der Erde weit fester als unter den Kontinenten, und unter den Gebirgen sind sie noch lockerer als unter den Ebenen. Vergegenwärtigt man sich dazu die Verteilung der Kontinente (vgl. Abb. 73) und fügt[61]) dazu, daß die mittlere Höhe keines Erdteils weder unter 300 m noch über 940 m beträgt, die mittlere Tiefe sämtlicher Ozeane aber 3800 m, so wird man bald selbst die Tatsache entdecken, daß das Gleichgewicht der Erde gestört wäre, *wenn nicht am Rande der Wasserhalbkugel ein sechster großer und hoher Kontinent vorhanden wäre.* Seine Entdeckung — es ist die *Antarktis*, ein bis 4000 m hohes Plateau von ungeheuren Dimensionen — rechtfertigte also eine langgehegte Erwartung der Geographen. Die Kontinentverteilung ist demnach etwas wie eine Art Anpassungserscheinung an die jeweils auftretenden Änderungen, die zu den Integrationsphänomenen des Erdballs gehören.

Genannt von ihnen (vgl. S. 68) wurden schon die *Schollenbewegungen* und die davon abhängigen *Transgressionen,* der *Vulkanismus* und die *Erdwärme,* sowie die *Pendulation* (vgl. S. 69). Zu diesen gesellen sich aber auch noch die elektrischen und magnetischen Phänomene, ferner die Luft-

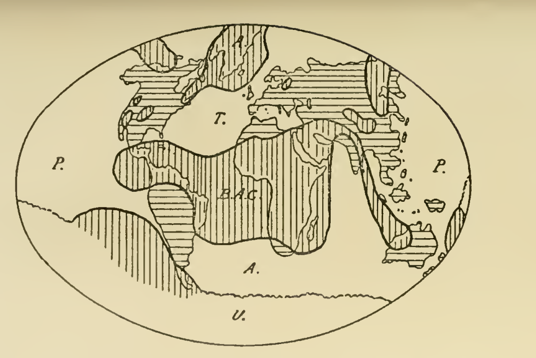


Abb. 96. Die Kontinente im Archaikum und Prækambrium
A Antarktischer Ozean, P Pazifischer Ozean, BAC Brasilianisch-Afrik. Kontinent, T Thetys, A Arktischer Kontinent, U unbekannt.



Abb. 97. Die Kontinente zur jüngeren Kreidezeit
T Thetys, A Asien, I Indomadagassische Halbinsel, An Antarktischer Ozean, Ar Arktischer Ozean, P Pazifischer Ozean.



Abb. 98. Die Kontinente zur Jurazeit (Nach Neumayr)
1 Gemäßigte Zone, 2 heiße Zone, 3 kalte Zone, A Armorikanische Inseln, T Thetys, das große Weltmeer, SC Skandinavischer Kontinent, NC Nearctischer Kontinent, BAC Brasilianisch-Äthiopischer Kontinent, SAC Sino-Australischer Kontinent.



Abb. 99. Die Kontinente zur älteren Tertiärzeit (Nach Koken)
1 Lemurische Inseln, 2 Indischer Ozean, 3 Pazifischer Ozean, 4 Atlantischer Ozean, 5 Antarktischer Ozean, I Isländische Landbrücke, Af Afrika, Am Amerika, Au Australien, As Asien, E Europa.

entwicklung der Erdkugel; denn so wie diese Dinge alle von der Sonne abstammen und von ihr aus geregelt werden, so ist doch die Erde überhaupt nichts als der Abkömmling der Sonne, und die besagten Eigenschaften bleiben nach wie vor an die Kategorie der Weltkörper gebunden.

Die wahre Ursache der Schollenbewegungen ist unbekannt, wenn man von der von dem Wiener Geologen *Sueß* aufgestellten Theorie absieht, daß die erkaltende Erde schrumpft. Absehen muß man aber von ihr, weil nicht nur der Radiumgehalt der Gesteine gegen eine Abkühlung, sondern auch die *Klimamigration*, die Eiszeiten im Perm gestattete, gegen sie zeugt, und vor allem muß man es, seitdem man erkannt hat, daß alle Kontinente sinken und alle Meerestiefen steigen, daß die Schollenbewegungen also von einem anderen Gesetz regiert werden, als dem eines kontinuierlichen Wärmeverlustes.[62])

Die Tatsache der Erdwärme selbst, die mit dem *Vulkanismus* in engen Beziehungen steht, legte dem Menschengeist eines der schwersten Rätsel auf. Es war seinerzeit so einfach und naiv zu sagen, daß die Erdwärme und die durch sie geschmolzenen Magmamassen, die durch etwa 300 *Vulkane* gegenwärtig noch ausgeleert werden, ein Überbleibsel des großen „Zentralfeuers" seien, aus dem die Erde selbst hervorging. Aber alles, was man seitdem durch eingehendere Forschung erfährt, zeigt, daß die Verhältnisse keineswegs so einfach gelagert sind, wie man damals dachte.

An der Tatsache der *Geothermie* (vgl. S. 193), sowie daran, daß sowohl die Sonne wie verschiedene ihrer Planeten, so namentlich der *Jupiter*, (vgl. Abb. 47) glühende Gasbälle sind, läßt sich nicht zweifeln; auch vom *Mond* sind Dampfentwicklung und vulkanische Erscheinungen bekannt. Man kann demnach den Analogieschluß wagen, daß alle Himmelskörper — von den Lichterscheinungen der Sonne auf die Sonnennatur der anderen Fixsterne schließend — Wärme- und damit Licht- beziehungsweise Elektrizitäts- und Magnetismusqualitäten besitzen.

Das ist die feste Grundlage, auf der man versuchen kann, den Satz aufzubauen, *daß die physikalisch-chemischen Kräfte (ihre Grundlage ist die Elektrizität) eine Integrationseigenschaft der Himmelskörperstufe sind.* Der Satz hätte Geltung, wenn sie an deren Teile nur von außen herankämen. Nun werden Licht, Wärme, Elektrizität in ihren vielen Modifikationen uns tatsächlich von der Sonne her zugeführt, sie scheinen nicht den irdischen Stoffen immanent zu sein, wie etwa Form oder Schwerkraft.*) Nur muß dazu das eine bedacht werden, daß die Auflösung der Masse, also der Stofflichkeit, selbst in Beharrungswiderstand von Elektronen besteht. (Vgl. S. 24.) Die gesamte Existenz der Erde (= Masse) ist damit in ein elektrisches Phänomen und somit eigentlich in eine Integrationsqualität der Weltkörper verwandelt. Ein höchst merkwürdiger Gedanke ist damit gegeben.

*) Obwohl die Frage der Schwerkraft, da wir deren Natur nicht kennen, nicht spruchreif ist.

Es wird im Rahmen des Funktionsgesetzes Sache der Untersuchung sein, darüber ins Klare zu kommen, wie das Verhältnis von Stoff und Kraft eigentlich beschaffen ist, und ob man wirklich kühnlich den Satz vertreten kann, daß die Kräfte von außen her wirken. Auch Teile der Erde, nämlich in Brand geratene, oxydierende oder durch elektrische Ströme affizierte Gegenstände können leuchten, somit scheint Licht nicht bloß an die Weltkörper gebunden zu sein. Aber das *scheint* nur so; tatsächlich handelt es sich in allen Fällen von Licht um elektromagnetische Vorgänge, also ein von der Sonne ursprünglich ausgegangenes „Etwas", und aus Elektrizität können nach dem Satz von der *Erhaltung der Energie* alle physikalisch-chemischen Energien geschaffen werden.

Masse und ihre Form sind nur Erscheinungen dieser Elektronenwelt, und so sieht schon bei einigem Nachdenken der oben versuchsweise hingestellte Satz so aus, daß *die Himmelskörper als Ganzes die Ursache ihrer gesamten Stoff- und Kraftphänomene* sind. Mit anderen Worten: auf einem anderen Wege als dem der vergleichenden Beobachtung kann auf diese Weise erschlossen werden, *daß die Sonne der Urheber und Ursprung der Erde und ihrer gesamten Erscheinungen sei.*

Das aber ist eine der grundlegenden Überzeugungen der gesamten *Astrophysik* und der *Kosmologie.* Auf drei Wegen kam man somit zu dem gleichen Resultat. Und die Denkungsart der objektiven Philosophie darf für sich in Anspruch nehmen, daß sie einen neuen Beweis für die Richtigkeit der modernen Theorie vom Sonnensystem gefunden hat. Sie stützt die anderen, wird aber auch von ihnen gestützt.

Nur eines paßt nicht zu dem Bilde, und das ist die Ansicht vom Wesen der *Schwerkraft*, wie man sie noch vor kurzem hatte. Sie eignet danach jedem Atom der Erde, ebenso wie der Erde und der Sonne in gleicher Weise und stellt sich in einen gewissen Gegensatz zu allen übrigen physikalischen Kräften, schon durch die blitzartige Fernwirkung auf beliebige Weiten hin. Freilich birgt das neben anderem auch den inneren Widerspruch, daß nicht alle Teile der Erde und der anderen Himmelskörper Gravitationswirkungen entfalten. Die Theorie *Newtons* fordert vielmehr den logischen Nonsens, daß im Zentrum der Weltkörper gar keine Schwerkraft herrsche.

Aber wie schon erwähnt, prallt diese Schwerkraftslehre mit der Relativitätstheorie zusammen (vgl. S. 28) und sie ist in einer grundlegenden Umbildung begriffen, so daß gerade die Forderung der objektiven Philosophie nach einer solchen schon erfüllt wird, bevor sie noch gestellt ist. So wären denn Erdwärme und Vulkanismus letzten Endes aus der „Sonnenhaftigkeit" der Erde zu erklärende Eigenschaften, die sich in den einzelnen Teilen der Erdkugel eben in der durch die Druckverhältnisse modifizierten verschiedenen Weise äußern, wie sie auf Seite 188 skizziert wurden.

Von allen Naturerscheinungen haben von jeher die Ausbrüche der Vulkane und die damit oft verbundenen *Erdbeben* die Aufmerksamkeit der

Menschen am intensivsten auf sich gezogen durch die dämonischen, zerstörenden Gewalten, die dabei mit dem Menschenleben spielen, und die auf die Seele so nachhaltig und tief wirken, daß von jeher alle Vorstellungen von *Unterwelt, Hölle* und *Weltuntergang*, die seit Jahrtausenden schrecken, sich in keine anderen Formen als in die der dabei erlebten Bilder gekleidet haben. Und wirklich, in den vielen Naturerinnerungen, die aufzuschlagen mir dreißig Jahre Naturforschung gestatten, sind die drei nachhaltigsten der Anblick des großen *Vesuvausbruches*, die *Solfatara* in den phlegräischen Feldern bei *Pozzuoli* und die *Erdbeben*, die in den Jahren zwischen 1909 und 1914 das Alpenvorland beunruhigten.

Nie, auch nicht im Augenblick unmittelbarer Todesgefahr, legt sich das Grauen so lebensfeindlich auf die Seele, wie bei solchen Erlebnissen. Die Kanonade am Himmel, der Einbruch finsterster Nacht am hellen Mittag, das metallische Rauschen und Klirren der mit Wolkenbrüchen niedergehenden Aschenmassen, das tiefe unterirdische Rollen und Dröhnen, das wild bewegte Meer, die Angst der Tiere und der panische Schrecken der Menschen vereinigen sich mit einer schweren, nicht zu überwindenden Erschütterung der Nerven bei einem Vulkanausbruch zu einem Erlebnis, das tiefere Spuren hinterläßt, als die Todesangst, selbst dann, wenn man sich in keiner unmittelbaren Gefahr befand. Und wie Geistermacht haucht auch der aus geheimnisvollen Klüften emporfauchende, erstickende Strom von Schwefeldämpfen den unvorsichtigen Besucher der Solfatara an. Gespenstisch, durch Mark und Bein rieselnd ist schon das leiseste Schwanken der scheinbar so festgefügten Erde; wie aber, wenn ein solches Erlebnis sich zu Katastrophen steigert, wie jene in der Neujahrsnacht 1909 zu *Messina*, die 198 000 Menschen das Leben kostete, oder dem ein Jahrhundert lang in der Literatur nachzitternden *Erdbeben von Lissabon* (1. Nov. 1755), das bis in Deutschland dem Volk merkbar war und 90 000 Menschen im gleichen Augenblick mit sich nahm? Oder der heftigste, vulkanische Ausbruch, den man in neuerer Zeit kennt, der vom 26.—27. August 1883 zwei Drittel der javanischen Insel *Krakatoa* in die Luft sprengte und 40 000 Menschen tötete. Die dadurch erzeugte Rauch- und Dampfwolke (vgl. Abb. 49) stieg mindestens dreißig Kilometer hoch empor und warf an 18 Kubikkilometer Material aus. Das war so viel, daß namentlich im Abendsonnenlicht herrlich leuchtende Aschenwolken jahrelang danach die Menschheit des ganzen Erdballs in Staunen versetzten. Der bei der Explosion entstandene Donner wurde auf dem vierzehnten Teil des Erdballs gehört, und sowohl eine Meereswelle wie eine Luftdruckschwankung umkreiste mehrmals die ganze Kugel. Noch schrecklicher muten die Berichte an, die Augenzeugen des Erdbebens gaben, das *San-Francisco* am 18. April 1906 in Schutt legte. Und das sind nur wenige flüchtig aufgeblätterte Seiten aus dem großen Buche der Erdbeben- und Vulkankatastrophen, dessen Hauptkapitel Japan, Südamerika und immer wieder Italien (Kalabrien) lauten. In solchen furcht-



Abb. 100. Die Dampfwolke des Vesuv bei seinem Ausbruch im April 1906
Solche Explosionsdämpfe steigen höher als die höchsten Wolken. (Vgl. Abb. 49)



Abb. 101. Kombiniertes Bild der Sonne mit Sonnenflecken und Protuberanzen
(Nach Annals of the astronomical observatory Harvard College 1873)

baren Schritten gehen die Kräfte der Erde daher und erinnern so, wie sie den Gläubigen alter Zeit ein memento mori waren, den modernen Menschen daran, wie töricht und vergeblich es von ihm wäre, zu glauben, man könne sich mit den Weltgesetzen irgendwie anders abfinden als dadurch, daß man sich völlig reibungslos in sie einfügt.

Über die wahre Ursache der Vulkanausbrüche weiß man derzeit, wenn man sich durch die Berge einander widersprechender Literatur hindurchgelesen hat, eigentlich nichts Sicheres; hat doch jedermann Meinungen statt wirkliche Kenntnisse.

Hält man sich bloß an das Wahrnehmbare, so entsteht etwa folgendes Bild der vulkanischen Welt. Gewisse Teile der Erde sind reichlicher mit diesen Entgasungsöffnungen besetzt denn andere. So ist namentlich der Küstensaum des *Stillen Ozeans* von einer wahren Perlschnur von Vulkanen umlagert. Darunter befindet sich der höchste aller bekannten, nämlich der 5950 m hohe *Cotopaxi*, der riesige, 4560 m hohe *Kliutschewskaja Sopka* auf Kamtschatka und der in seiner Ausdehnung größte von allen, der hawaianische *Mauna Loa* mit seinen wunderbaren, bis ca. 300 m hohen Lavafontänen. Reihenförmig angeordnet sind fast alle erloschenen und lebendigen Vulkane, und die zahlreichsten stehen am Rande der schon erwähnten (vgl. S. 183) ozeanischen Gräben. Darum befestigte sich von *Suess* bis *Stübel* in den Köpfen die Meinung, Vulkane bedeuteten nichts anderes als ein bald passives, bald aktives Emporquellen des Magmas an den Rändern der großen Brüche der Panzerdecke (vgl. Abb. 71). Eigentlich ist es eine untergeordnete Frage, wenn sich auch noch so viel Meinungen um sie drängen, welche Rolle dabei dem magnetischen Gasgehalt zukomme, ob der Wasserdampf, der dabei in die Luft geblasen wird, *juvenilen*, d. h. erdinneren Ursprunges sei oder *vados*, d. h. herabgesickert, und eventuell, ob er Kristallwasser der Gesteine sein könne, oder ob die kolossalen Dämpfe (vgl. Abb. 66 u. 100), die einen Vulkanausbruch allein schon zu einem der erhabensten aller irdischen Naturschauspiele gestalten, möglicherweise gar nicht Wasser, sondern andere Gase seien, und wie diese Streitfragen sonst noch alle lauten.

Wichtig für das Erdganze ist davon nur die eine unbezweifelbare Tatsache, die *Arrhenius* stark in den Vordergrund schiebt, daß die *Kohlensäureproduktion der Vulkane* eine ganz kolossale sei und den Kohlensäurekonsum der Gesteine und Pflanzenwelt decke. Diese Kohlensäure wird gelegentlich der Ausbrüche durch die Abkühlung der Silikate frei und in ungeheuren Mengen bei der *Verwitterung* und der Bildung von kohlensaurem Kalk gebunden. Außerdem ernähren sich die Pflanzen von ihr, und die ganze wunderliche Welt der Kohlenstoffverbindungen, denen wir vorhin so viel Beachtung schenkten, lebt davon. Diese Mengen darf man nicht unterschätzen. Die Kohlenproduktion durch die Pflanzen ist 15mal größer als die Steinkohlenkonsumtion der Menschheit, und in den Dolomiten und Kalken der Erdoberfläche ist 25 000 mal so viel Kohlensäure gebunden als gegenwärtig

in der Luft schwebt. *Es sind also eigentlich die Vulkane eine notwendige Vorbedingung des gesamten Lebens* und damit ein unentbehrliches Glied im Erdganzen.

Klar ist doch auch, daß die Vulkane an Laven, Bimssteinen, Aschen, Tuff und Obsidianen nichts entleeren, was aus den tieferen Schichten der Erde stammt, so daß sie keinen Aufschluß über das Erdinnere, sondern nur über die Erdrinde geben. Das Tiefste, was sie heraufholen, ist immer noch erst eine Lava, die aus den Bestandteilen des *Granits* (Abb. 62) zusammengesetzt ist, der nach allem für die primäre Erstarrungsrinde gehalten wird, und so scheinen sie nur aus Reservoiren zu schöpfen, die gleichsam wie Nester zwischen der Panzerdecke und den durch den Druck wieder fest gewordenen, wenn auch heißen Erdzonen eingeschaltet sind (vgl. Abb. 71).

Da nun die Vulkanzonen fast genau die gleiche Verteilung aufweisen wie die großen *Erdbebenzonen* der Erde, so ist es naheliegend, zwischen den beiden irgendwelche Beziehungen anzunehmen. Auch hierüber wogt noch das Für und Wider der Diskussion, obzwar sich aus ihr längst herausgeschält hat, daß man die *Einsturzbeben,* die durch den Zusammenbruch großer, in gewaltiger Erdtiefe liegender Hohlräume entstehen, die mit den Magmaherden in Beziehung stehen können, sehr wohl sondern muß von den *tektonischen* Beben, die sich immer in Gebieten abspielen, wo die Erdschollen Brüche aufweisen. *Diese tektonischen Beben sind es, durch deren Wirken vielleicht alle Gebirge und alle Meeresbecken entstanden sind und noch immer entstehen.*

Sie sind die größten Katastrophen, welche die Menschheit bisher betroffen haben, die auf einmal Städte in Staub niedersinken und Hunderttausende von Menschen umkommen lassen, die Flutwellen entfesseln gleich jener zu *Peru* im Jahre 1724, die vier Schiffe eine Stunde weit landeinwärts trug und sie dann niedersetzte gleich einer gestrandeten Arche Noah, und die alle Phantasien vom Weltuntergang in Wirklichkeit verwandeln. Noch im Winter 1914, als ich das Anfang 1909 zerstörte Messina wiedersah, war es ein Ort des Grauens, und lähmendes Entsetzen lag immer noch über den elenden Wellblechhütten, die sich im Schutt ehemaliger Palaststraßen erhoben. Und doch war auch das schon wieder liebgewordene Heimat und trauter Frieden gegenüber der Hölle von Wahnsinnigen, Leichen, Verbrennenden und im bloßen Hemde Flüchtenden, die in der Silvesternacht des Jahres 1908 den Ort nicht fanden, an dem vor wenig Stunden ihr Glück scheinbar festgebaut stand. Angesichts der gewaltigen Gebirge, die selbst in Europa sich noch 4812 m über das Meer emporheben, und der mehr als doppelt so tiefen Meeresbecken (vgl. Abb. 49) ist man versucht anzunehmen, daß die durch tektonische Erdbeben verursachten Auffaltungen in vergangenen Zeiten noch weit machtvoller und zerstörender gewesen sein müssen als in der Jetztzeit, daß die innere Kraft des Erdriesen also abgenommen habe.

Wenn hierüber auch noch nicht die Klarheit herrscht, die man für seine

Kenntnisse wünscht, so spricht doch mehr dafür, daß die *gebirgsbildende Kraft* nicht abgenommen hat, als dagegen.*) Der Entscheid in dieser Frage ist sehr wichtig für das Verständnis der Ursache der Erdbeben, die trotz aller Forschungen und trotz der Fähigkeit, mit dem unendlich fein registrierenden *Seismographen* auch die entferntesten Beben aufzuzeichnen, noch durchaus ungeklärt ist, wenn man, wie wir aus Gründen, die auf S. 182 auseinandergesetzt sind, nicht an eine dauernde Abkühlung der Erde und an eine daraus folgende Schrumpfung und Auffaltung ihrer zu weit gewordenen Haut glauben kann. Wenn man sich den Hypothesen gegenüber wieder möglichst an die Tatsachen hält, so ist Tatsache, daß Erdbeben unendlich häufiger sind, als sie uns bewußt werden. Es vergeht kein Tag, ohne daß die Erde an irgendeinem Ort bebt, und in der kurzen Spanne, seitdem man wissenschaftliche *Seismologie* betreibt, hat man (bis 1900, Angabe von *F. Frech*) in Europa allein 69 315 Erdstöße gezählt. Von diesen haben sich nun 86,4% im Bereich der jungen, seit dem Tertiär gebildeten Gebirge abgespielt und nur 0,4% in den ältesten Erdschichten.

Hieraus ist immerhin manches mit Sicherheit abzulesen. Erstens, *daß die Gebirge wirklich durch Erdbeben aufgefaltet werden*, und daß die *Alpenbildung* noch nicht zu Ende ist, daß im Gegenteil gerade jetzt wieder intensivere „Schöpfungsakte“ stattfinden, die so das Wort alter Weisheit bewahrheiten, das da sagt: die Schöpfung höret nimmer auf. Zweitens sieht man daraus, in welch kleinen Abschnitten und Einzelheiten sich auch das Kolossalste der Natur ereignet. Alpenbildung bedeutet nur für die Phantasie des Unkundigen schreckenerregende und welterschütternde Katastrophen, für den Kenner ist es das oft gesehene Mosaik von kleinen Felsstürzen, Spaltenbildungen und unmerklich leisen Verschiebungen nach Art jener, die der Münchner Geologe *Kayser* vor kurzem feststellte, nämlich daß der Gipfel des *Wendelsteins* seit der letzten Messung samt dem umgebenden Gebirge sich um einen halben Kilometer nach Norden verschoben hat.

Dieser Einblick in die Entstehungsgeschichte der Gebirge verwandelt das machtvolle Phänomen der Erdbeben in eine einfache Mechanik der Gesteinsschichtung und entrückt es so der Auffassung, die in ihm eine Integrationserscheinung der Weltkörper gleich der Erdwärme oder dem Leuchten sehen zu müssen glaubt. *Es ist nicht die Offenbarung einer der elementaren Eigenschaften der Erde, sondern nur die sich vom größten bis ins kleinste bewährende Folge von Gleichgewichtsverschiebungen durch die Schwerkraft.* Hat man das einmal bedacht, so versteht man auch, warum die Erdbebenforschung einen Zusammenhang zwischen den Luftdruckschwankungen und den Beben festgestellt hat. Im Winter sind die Beben in Europa häufiger, weil da monatelang ein Maximum über dem Kontinent liegt. Und es wird doch beim Steigen des Barometers um einen Millimeter jeder Quadratkilometer

*) Der Leser findet die Frage ausführlich erörtert in: München, Die Lebensgesetze einer Stadt. *(H. Bruckmann)*, München.

der Erdoberfläche mit 13,6 Millionen Kilogramm mehr belastet! Das ist auch die Ursache, warum zwar nicht, wie man vielfach glaubt, von Erdbeben Unwetter kommen, wohl aber umgekehrt oft Stürme und Wetterumschläge von Erdbeben begleitet sind.

Trotz der unendlich schwierigen Materie gelingt es also doch, einiges von den Integrationsqualitäten der Erdkugel endgültig zu klären, wenn auch die vor unserer Analyse übriggebliebenen Eigenschaften jetzt eigentlich sämtlich auf eine einzige zusammenschrumpften. Von den anfänglich der „Erdstufe" zugeschriebenen Eigenschaften der Schollenbewegungen, der Transgressionen, des Vulkanismus und der Erdbeben sind jetzt die Beben und Krustenbewegungen als Folge von äußeren Kraftwirkungen erkannt und die dem Vulkanismus zugrunde liegende Erdwärme als eine Folge der irdischen Sonnenhaftigkeit. Die Erde ist nur heiß, weil sie ein abgetrennter Teil der Sonne ist, sie leuchtet aus gleicher Ursache; das Integrationsphänomen ist somit von ihr auf die Sonne verschoben. Da aber sitzt es und fordert vergeblich Erklärung. Die Sonne leuchtet, sie ist viele tausend Grad warm, sie überströmt uns und so viele Mitgefährten mit elektrischen und magnetischen Wirkungen, weil sie die Sonne ist. So zu sein ist ebenso sonnenhaft, wie es eben menschlich ist, bewußt in die Welt zu blicken, oder kristalloid, sich nach dem Gesetz der rationellen Zahlen zu bilden.

Nur in einem scheint die Erde bisher noch spezifisch irdisch zu sein. Nämlich durch ihre *Rotation* und die bereits besprochene *Pendulation*. Aber auch da geht beides auf ein und dieselbe Eigenschaft zurück, nämlich auf autonome Beweglichkeit, für die es wohl Analogien, aber keine Erklärung gibt. Gewisse Eigenschaften der Atome lassen sich nicht erklären, wenn man nicht annimmt, daß auch sie um ihre Achse rotieren, und selbständige Bewegungen der Moleküle lassen sich, wie wir bereits wissen (vgl. Abb. 30), als *Brown*'sche Bewegung sogar sichtbar machen.

Die Erde führt, soviel wir erkennen können, eine fünffache Bewegung aus. Sie dreht sich um ihre Achse, was jedermann als *Tag-* und *Nachtwerden* zum Bewußtsein kommt. Bei dieser Drehung wankt aber ihre Achse in den sog. *Nutationen* umher. Außerdem führt sie große Pendelbewegungen aus. Viertens vollführt die Erde einen Kreislauf um die Sonne, den man als Wiederkehr der Jahreszeiten inne wird. Und fünftens eilt sie, wie wir bereits wissen, mit samt der Sonne und in ihrem Banne nach dem Sternbild des *Herkules*, wobei es nur Vermutung ist, daß sie dadurch einen Kreislauf um irgendeine noch okkulte Zentralsonne mitmacht.

Geregelt werden diese Bewegungen zwar durch die *Gesetze der Gravitation*, die ja nur eine Beschreibung des in diesen Bewegungen stets Wiederkehrenden sind, aber *erklärt* wird ihr Zustandekommen nicht durch die Gravitation.

In dieser Region des Denkens und Forschens werden eben die Lücken zahlreicher als die Kenntnisse, und man fühlt die Grenzen nahen.

Vorläufig lassen sich allerdings noch eine ganze Reihe von gesetz-

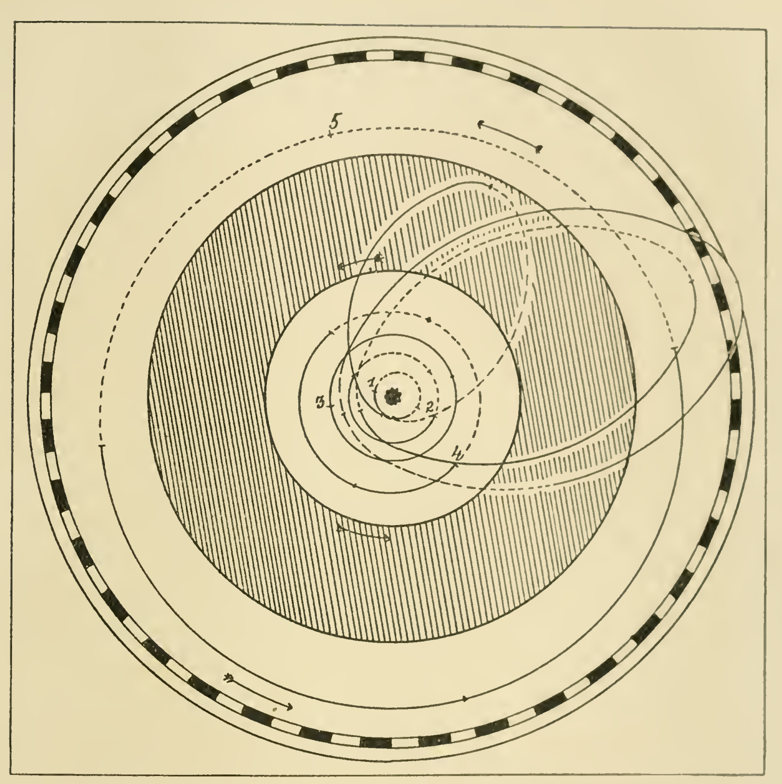


Abb. 102. Schematisches Bild des Sonnensystems bis zum Saturn

Um die Sonne bewegen sich Merkur (1), Venus (2), Erde (3), Mars (4), die Asteroiden (deren Bahn in die schraffierte Zone fällt), Jupiter (5) und außer dessen Bahn Saturn, Uranus und Neptun. Die elliptischen Bahnen sind Kometenbahnen, deren kleinste der Encke'sche Komet beschreibt.

mäßigen Beziehungen beschreiben, welche die *Sonne* und ihre Kinder verbinden. Da sind vor allem die berühmten Erdbewegungen, deren eherne Mechanik von den drei großen Physikern des ausgehenden Mittelalters: *Galilei*, *Kepler* und *Newton* in bewunderungswürdig klar herausgehobenen Formeln festgehalten wurde.

Das „Eppur si muove", das *Galilei nicht* gesprochen haben soll, ist heute jedem Schuljungen geläufig. Es ist auch durch das jährlich wiederkehrende Gleichmaß des Kalenders in Aller Wissen eingeprägt, daß nach 365 Tagen 6 Stunden 9 Minuten und 10 Sekunden *(siderische Umlaufszeit)* die Erde

einmal in einer großen Ellipse um die Sonne gelaufen ist (vgl. Abb. 103), und ebenso, daß diese Zahl nicht genau ist, weshalb die vernachlässigten Minuten alle 4 Jahre als voller Schalttag dem Jahre angehängt werden müssen.*)

Bekanntlich wird die Wirklichkeit über den Umlauf der Erde durch die oft genannten *drei Kepler*'schen *Gesetze*[63]) ausgedrück, deren wahrer Sinn dann erst durch *Newtons* Gravitationstheorie besser erläutert werden konnte, da sie wohl über die Bewegungen und die Maße des Planetensystems Aufschluß geben, nicht aber über die Ursache dieser Bewegungen, die ja freilich auch durch *Newton* nicht erfaßt sind.

Aber in dieser elliptischen Bahn um die Sonne ist die Erde nur einer von ungefähr 734 Himmelskörpern, die alle im Bann ihres Zentralgestirnes stehen. Diese Zahl verteilt sich auf die acht Planeten *Merkur* (☿) *Venus* (♀), *Erde* (♁), *Mars* (♂), *Jupiter* (♃), *Saturn* (♄), *Uranus* (⛢) und *Neptun* (♆), die 26 *Monde* dieser Planeten und an 700 kleine *Planetoiden*, die zwischen Mars und Jupiter ihre Ellipse um die Sonne beschreiben. Zu ihnen gesellen sich dann noch als Gäste aus fernen Zonen *Kometen* (Abb. 109), *Sternschnuppen* und *Meteoriten* (Abb. 22). Das ist die Familie, der die Erde als Stern angehört, und innerhalb deren sie keineswegs den Primus inter pares, sondern ein an sich unscheinbares und für das Ganze des Sonnensystems völlig nebensächliches Glied darstellt.

In dieser Familie dreht sie sich in unerschütterlichem Gleichmaß nach Gesetzen, die allerdings immer noch nicht vollständig erfaßt sind. Die *Astronomie* drückt das so aus, daß sie von Störungen der Erdbewegungen spricht, was an sich eine drollige Überschätzung der menschlichen Annahmen ist. In Wirklichkeit bedeutet, wie jene wissen, die das einleitende Kapitel dieses Werkes mit Aufmerksamkeit gelesen haben, die „Störung" keineswegs eine Abweichung von dem Gesetz, sondern nur eine solche von dem *Bilde*, das wir uns davon gemacht haben, d. h., unvollkommen ist nicht der Bau der Welt, sondern die Leistung des Denkens. Wenn man sich das vor Augen hält, wird man sich der sehr verwickelten Mechanik der Erdbewegungen mit allerdings etwas weniger Ehrfurcht, aber mit gesteigertem Verständnis nahen.

Man wird die Schwierigkeiten der astronomischen Rechnungen weit höher einschätzen, wenn man vernimmt, daß die Erdbewegung so stattfindet, daß sich die Achse, um die sie sich dreht, im Laufe von 25 765 Jahren verlagert und einen Kreis beschreibt *(Präzession)*. Erscheinen wird das in der Form einer Verlagerung des Nordpoles, der jetzt so ziemlich mit dem *Polarstern* (die Differenz ist nur ein Grad) zusammenfällt, aber in 13 000 Jahren auf die Gegend des Sternes *Wega* zeigen wird. Der Kreis dieses sog. *platonischen Jahres* wird aber nicht in einer geometrisch korrekten Linie beschrieben, sondern in stetem Pendeln *(Nutation)*. Das heißt, die Erdachse wankt bei der Rotation genau so, wie man es an einem rotierenden Kreisel nament-

*) Was freilich wieder zu viel ist und einer Korrektur alle 1300 Jahre bedarf.

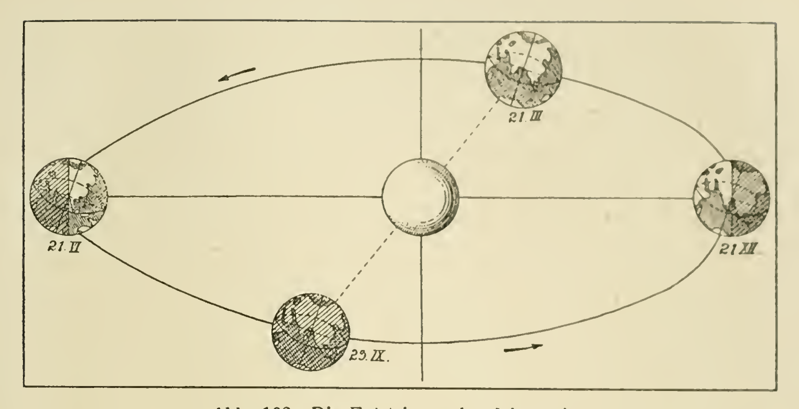


Abb. 103. Die Entstehung der Jahreszeiten
Die Erde beschreibt eine elliptische Bahn um die Sonne, deren einzelne Stationen am Frühlings-Äquinoctum (21. März), Sonnen-Solstitium (21. Juni), Herbst-Äquinoctium (23. September) und Winter-Solstitium (21. Dezember) das Bild zeigt.

lich auffällig dann beobachten kann, wenn er seine Bewegungen schon verlangsamt.

Während man sich die Präzession zufriedenstellend durch die Abplattung der Erde erklären kann, sucht man die Ursache der Nutation in der Anziehung des Mondes, der in seiner komplizierten Eigenbewegung die Erde immer wieder anders beeinflußt, so daß Präzession und Nutation tägliche, monatliche, jährliche, 19jährige und 25 000jährige Periodizität aufweisen. Aber diese Angaben sind alle nur annähernd richtig, da doch auch die Erde den Mond in seiner Bahn stört, so daß dieser wieder anders auf die Erdbewegung zurückwirkt, als er der Theorie nach sollte.

Dazu kommt noch eine Fülle von Unregelmäßigkeiten, deren Erörterung deshalb in einem aufs Weltganze gerichteten Werk ausscheiden kann, weil ohnedies nicht alle bekannt sind. Eine davon wurde bereits erwähnt (S. 17), andere beruhen darauf, daß sich die Ebene der Erdbahnellipse fortwährend verlagert, eine andere wird dadurch bedingt, daß Erde und Mond gemeinsam die Bahn der Erde bestimmen, und dergleichen mehr. Ob nun die *Pendulation* (vgl. Abb. 16), die nichts als eine sehr vergrößerte Polhöhenschwankung nach Art der geschilderten ist, von solchen außerirdischen Einflüssen hervorgerufen wird, oder ob sie eine autonome Leistung des Erdriesen ist, das muß durchaus dahingestellt bleiben. *Jedenfalls antwortet die Erde auch auf diese Einflüsse, ihrer Integrationsstufe gemäß einheitlich, und insofern darf man unbedenklich ihre Bewegungen als Integrationseigenschaft auffassen.* Zur astrophysischen Erdbeschreibung gehören übrigens auch die eigentümlichen Tatsachen, denen man *Jahreszeiten* (vgl. Abb. 103)

und viele täglich fühlbare Eigentümlichkeiten der uns umgebenden Natur verdankt. Durch die elliptische Bahn der Erde ist sie nämlich im Winter näher der Sonne als im Sommer, sie muß daher, wie auch aus dem zweiten *Kepler*'schen Gesetz hervorgeht, in den ersten Tagen des Jahres weit schneller laufen als im Hochsommer, anfangs Juli. Die Abweichungen betragen eine Viertelstunde, um die der „zoëtische Tag“ und der „wahre Sonnentag“ miteinander differieren können.

Die Erdachse ist nun gegen die Ebene der Erdbahn unter einem schiefen Winkel von 66,5° geneigt. Dadurch ist im Abrollen der Erdbahn für die von dem Äquator entfernten Breitegrade ein Wechsel von *Jahreszeiten* vorgeschrieben, der für alle Vorgänge auf der Erdrinde, für die Luftbewegung, die Verwitterung, den Vulkanismus, die Abtragung und namentlich für alles Lebendige von allergrößter Bedeutung ist. Unser ganzes Dasein ist tausendfach mit dem Begriff Klima und Jahreszeit versponnen. Die menschliche Kultur hätte sich anders entwickelt, wenn hier nicht ewiger Frühling gewesen wäre, dort es nicht gegolten hätte, sich vor Kälte und Winternacht, vor langdauernder Unfruchtbarkeit zu schützen. Die Tier- und Pflanzenwelt hätte viele ihrer Anpassungen nicht gelernt, wäre sie nicht in den Ring der Jahreszeiten eingefangen; unausdenkbar ist es, wie alles gekommen wäre ohne die einfache, scheinbar so nebensächliche, nichtssagende Tatsache jenes Winkels zwischen Erdbahn und Erdachse. Wenn nun irgendetwas uns das flammende Menetekel der unbedingten Abhängigkeit des Menschen auch von dem kleinsten der Weltgesetze in die Seele schreiben mag, so ist es die stumme Sprache der Jahreszeiten, die uns doch jeden Tag, mag er noch so sehr dem Gestern gleichen, das neue Wort sagt, das die Gesetzlichkeit der Welt für ihn bereit hat.

Die dunkle Bahn durch die Sternennacht, auf der Mutter Erde von der ebenso dunklen Weltenkraft fortgerissen wird, hat in der Sonne nur einen exzentrischen Mittelpunkt, weshalb das Sommerhalbjahr (21. März bis 23. September) 186 Tage, das Winterhalbjahr aber nur 179 Tage lang ist. Statt umständlicher Schilderung sagt die Abbildung 103 auch dem, der sich mit den notwendigsten Kenntnissen noch nicht vertraut gemacht haben sollte, über die Ursachen des Jahreszeitenwechsels und die Tag- und Nachtgleichen *(Äquinoktien)* alles Elementare.

Uns hat diese Betrachtung jedenfalls genug Einblick gegeben in die Bedeutung der Integration für die ihr untergeordneten Systemteile, obwohl noch keineswegs mit dem Gesagten jede Wirkung der Erdbewegungen auf die irdischen Dinge erschöpft ist.

Man durchschreitet, wenn man sich diesen Gedanken hingibt, die Welt der Giganten, eine Werkstätte der gewaltigsten Wirkungen, denen gegenüber die Menschenwerke immer die bange Erinnerung an jenes stolz-demütige Wort des „Afflavit et dissipati sunt“ erwecken. Alles, was die Erde als Ganzes angeht, hat jenes Riesenmaß, das auch uns neuen Geistern das „Pathos der Distanz“ wiedergibt, das die alten Naivgläubigen in ihrer harmonischen

Alf Bachmann

Das Meer

Das Original befindet sich im Museum der bildenden Künste zu Leipzig





Abb. 104. Die Entstehung des westeuropäischen Wetters
Das schematische Bild zeigt die Ufer des Nordatlantik von Labrador bis gegen Schweden und Niederlande. In der Gegend zwischen Neufundland und Island trifft der kalte, aus der Baffinsbai kommende Labradorstrom (Pfeil) den warmen Golfstrom (dessen Richtung auch durch einen Pfeil angegeben ist. Durch die Abkühlung entstehen das ganze Jahr dort Nebel und Depressionen, von denen sich Teilminima ununterbrochen abspalten, durch die Rotation der Erde mitveranlaßt den Weg nach Europa nehmen. Ein solches Minimum ist in der Mitte des Bildes dargestellt. Die Pfeile geben die Windrichtung im Tiefdruckgebiet an, dem Federwolken, namentlich Cirrostratuswolken (Schleierwolken) vorausschweben. Dann folgt die gleichmäßige Bedeckung (Alto-Stratus) und die Limbuszone mit Landregen und Böen (im Winter Schneestürmen). Beschlossen wird jedes vorüberziehende Tief mit Schäfchen- und Haufenwolken (Cumulus), wie auch auf dem soeben über Deutschland vorübergezogenen Tief angegeben. Originalzeichnung.

Einstellung gegenüber dem Weltgesetz erhielt. Erdbeben, das Donnern der Vulkane, Jahreszeiten, der Gleichmut von Tag und Nacht, das geheimnisvolle Wogen der Erdschollen, Gebirgsbildung und das leise Ziehen der Weltmeere über die Erde, die Pendulation mit ihrem kaum zu übersehenden Heer von Folgen, das sind die Riesenmächte, die unser Dasein umstellen, und denen gegenüber auch die stolzesten Worte vom „Herrn der Erde“ und von „Beherrschung der Natur“ klanglos im Wind verwehen.

Zu diesen Wirkungen der Erdrotation gesellen sich nun noch zwei, die überall ins Menschenleben eingreifen. Das sind der *Weg der Winde* und der ewige Rhythmus des Wetterwechsels.

Wegen der Rotation um die Erdachse muß nämlich jeder bewegte Körper auf der Erdoberfläche, daher auch jede Luft- oder Wasserbewegung auf der nördlichen Halbkugel nach rechts, auf der südlichen nach links abgelenkt werden, und zwar geschieht dies um so intensiver, je näher sie sich dem Pole befindet. Jeder Nordwind wird daher gegen Westen, jeder Ostwind gegen Norden, jeder Südwind gegen Osten abgelenkt (Ablenkung der Passate), ebenso jeder aufsteigende Luftstrom (gegen Westen). Da an sich die Ursache der Winde und somit des *Wetterwechsels* ohnedies nur in dem Temperaturunterschied zwischen Pol und Äquator liegt, da die klimatischen

Zonen aber wieder von der Neigung der Erdachsen her normiert werden, da das gleiche Ablenkungsgesetz der Winde auch für die *Meeresströmungen* gilt, so entsteht daraus wieder ein unbeschreiblich kompliziertes System von Folgen, die alle von dem Gesetz regiert werden, das von der Erde ausgeht.

Sehr wohl kann man also den Satz vertreten, daß kein Lüftchen weht, kein Wölkchen am Firmament aufsteigt, kein Viertelstündchen Sonnenschein uns erquickt, das nicht von diesen astrophysikalischen Gesetzen die Erlaubnis erhalten hätte. Man hat dadurch wieder erlebten Einblick, *wie allgewaltig eine Integrationsstufe über die andere herrscht*, wie sie sozusagen das gesamte Dasein der ihr untergeordneten durchprägt. Was die Rotation für die Winde und Strömungen bedeutet, das erfährt nun ihrerseits die Erde als Bestandteil von den anderen Gliedern des Systems, dem sie angehört. Es ist wohl das verwickeltste Netz von Vorstellungen, in dem man sich verfängt, wenn man versucht, sich die gegenseitigen Hemmungen und Beschleunigungen vorzustellen, denen die Himmelskörper eines Planetensystems durch ihre Anziehungskraft ausgesetzt sind. Es entstehen dadurch nicht nur undurchschaubare und allen Rechnungen den Stempel des Provisoriums aufdrückende Störungen in der Mechanik ihrer Bewegungen — eben jene Störungen, von denen im einleitenden Abschnitt dieses Werkes bereits die Rede gewesen —, sondern es ereignen sich auch auf den einzelnen Planeten Umwälzungen so einschneidender Natur, wie sie uns z. B. in den *Gezeiten* des Meeres entgegentreten.

Die *Geophysik* ist mit Unrecht in dem Rufe, eine der langweiligsten und am schwersten verständlichsten Wissenschaften zu sein. In Wirklichkeit spricht sie mit oft kristallener Klarheit von Dingen, die in jedermanns Leben eingreifen und als dunkles, grausames Schicksal empfunden werden, wenn sie unverstanden bleiben.

Aber nicht aus falscher Sentimentalität haben die dahingegangenen Generationen aus dem Anblick der abgeklärten Harmonie und ewigen Gesetzmäßigkeit der Planetenwelt ihre innerlichste Überzeugung von der großen im Weltall herrschenden Gerechtigkeit geschöpft und daraus ihre tiefsten und reinsten Seelenerhebungen genossen. Sie haben sich nur der Sprache des Mythos bedient, die unserem Geschlecht fremd geworden ist; aber ihre Überzeugung ist noch immer gültig, *wenn man die ewige Gerechtigkeit als das der Welt auferlegte Gesetz faßt, dessen Befolgen sich lohnt, dessen Übertretung sich bestraft.*

Dieses Gesetz spricht deutlich aus dem feierlichen Tanz der Planeten, und wer vor den gestirnten Himmel tritt in einsamer Nacht mit dem Wissen um die unabänderlichen und alles Menschensein bestimmenden Mächte, der kann nicht heimgehen ohne das tiefste und erschütterndste Erlebnis, *daß die Welt und mit ihr das Menschensein Gesetzen unterworfen sei, nicht unbeschränkt Freiheit genieße und die von ihr untrennbare Sinnlosigkeit des Daseins, sondern von einem abgrundtiefen Sinn belebt sein müsse, der sich eben in den in ihr wirksamen Zusammenhängen ausspreche.*

Dieses Erlebnis aber ist der Wende- und Kernpunkt alles Denkens und Lebens überhaupt. Wenn ich meine Leser zu ihm hinführen und ihnen die Seele für dieses Erlebnis reif machen und öffnen kann, dann hat mein Werk alles erreicht, was es nur anstreben kann. Der verhängnisvolle Wahn, der den Menschen entwurzelt und auf der schiefenen Ebene alles Leides hinabgleiten läßt, *ist der Glaube, sein Intellekt sei souverän und diktiere dem Erleben die Gesetze.* Dieser Wahn ist heute in aller Welt verbreitet und hat seine hundert falschen Propheten und seine Millionen Opfer. Die blutbefleckte Selbstherrlichkeit des Ichs, sie ist damit der eine Pol der Lebensmöglichkeiten, im Gegenpol ist die bescheidene Einordnung und Unterwerfung des Ichs unter die Gesetze des Alls. Die Menschen zu ihr zu führen, ist der letzte und höchste Sinn dieses Werkes, und auf keinem Weg kommt man eher zu der Erkenntnis, *daß die Welt dem Ich gegenüber die Allmacht sei,* als durch die verständnisvolle Betrachtung des gestirnten Himmels und seiner Gesetze. Im Sonnensystem tritt uns gleich das höchste von allem entgegen: die wunderbare *Harmonie,* die sich im Abstand der Planeten voneinander kundgibt. Dazu muß man zuerst einen Blick auf die wichtigsten Verhältnisse dieses Systems (vgl. Abb. 102) werfen:

Gestirn	Entfernung von der Sonne		Titius Bode'sche Reihe	Durchmesser km	Umlaufszeit, [Rotation] in Stunden u Tagen
	Mittlere Entf.	Wahre Entf.			
Sonne	Million km	—	—	695 000	27 Tage
Merkur	58	4	4	4 680	88 [?]
Venus	108	7	7	12 200	23 Stunden
Erde	149	10	10	12 760	23' 56" 4'''
Mars	228	15	15	6 870	24' 37" 23'''
Planetoiden .	—	28	28	—	—
Jupiter	778	52	52	141 000	9' 55" 34'''
Saturn	1426	95	100	122 000	10' 14"
Uranus. . . .	2869	192	196	58 100	10' 30" ?
Neptun. . . .	4495	300	388	48 800	?

Man erkennt daraus als Erstes, wie rasch der Abstand der Planeten von der Sonne zunimmt, aber ebenso deutlich, daß daraus ein Gesetz zu uns spricht. Die Sonne ist größer als alle Planeten zusammengenommen, ja sie ist so groß, daß alle ihre 734 Trabanten nur verschwindene Anhängsel und Parasiten ihres Glanzes sind. *Schon dadurch ist sie und nicht die Erde der unbeschränkte, ausschlaggebende, energetische Mittelpunkt und bestimmende Faktor im Sonnensystem. Sie bestimmt die Bahnen der Planeten, durch ihre Temperatur regelt sie deren physikalischen Zustand, durch ihre Licht- und Wärmestrahlung die Aggregat- und Formenverhältnisse* (Aggregat- und Kristallformen sind Temperaturformen, vgl. S. 120), *damit auch das Leben der Erde.*

Das war den Menschen immer wieder klar, bevor noch die Wissenschaft diese Einsichten in die heute gültigen Formen prägte, und darum gab es auch, unabhängig voneinander, bei so vielen Völkern *Sonnenkulte* und Son-

16*

nenreligionen. Assyrer, Ägypter, Hellenen, Phoeniker, Perser, Germanen, Inder, Altmexikaner, Peruaner, sie alle huldigten einer Lichtreligion, und Surya in Indien, Ormuzd in Persien, Nimrod in Assur, Osiris im Nilland, Herakles in Syrien, Apollo und Dionyses in Hellas, Balder in den heimatlichen Wäldern, sie alle sind nur verschiedene Ausdrucksformen für ein und dasselbe Gefühl, das in der Menschheit, solange sie sich von ihren natürlichen Gesetzen und damit von ihrer Lebensfähigkeit nicht abkehrt, nie erlischt.

Um diese Sonne gruppieren sich nun in einem Maßverhältnis, welches eines der grundlegendsten Gesetze des Weltenbaues spiegelt, ihre Geschöpfe. Man hat dies schon im 18. Jahrhundert entdeckt, aber erst jetzt seine wahre Bedeutung erkannt, es ist die sogenannte *Titius-Bode*'sche *Reihe,* die auf der obigen Tabelle verzeichnet und in folgender Weise zu verstehen ist: Wenn man die Entfernung des Merkur zu 4 annimmt, dann kann man die Entfernung der anderen Planeten berechnen, wenn man das Dreifache der sukzessiven Potenzen von 2 dazufügt. Es entsteht dadurch eine Reihe, die mit den gemessenen Entfernungen von *Merkur* bis *Jupiter* erstaunlich übereinstimmt und die dem Ausdruck $4 + 3 \cdot 2^n$ den Wert eines derzeit allerdings mechanisch noch nicht verständlichen Beziehungsgesetzes zwischen der Sonne und ihren Abkömmlingen verleiht.

Pythagoras hat offenbar dieses Gesetz als das der *Harmonie* erfaßt, als er behauptete, es drücke sich auch im Musikalischen aus; darauf baute er seine *Sphärenharmonie,* ein Ausdruck, der seinen ursprünglichen Sinn lange überlebt hat.

Diesem „Pythagoräismus" liegt eine Wahrheit zugrunde, die vielleicht gar nicht aus einem griechischen Kopfe stammt, sondern ein Vermächtnis des Sonnenkultus der ägyptischen Priester ist, die Pythagoras unterrichteten; denn *V. Goldschmidt* machte als Erster wieder darauf aufmerksam, daß die gleichen Zahlengesetze wie in der *Titius-Bode*'schen Reihe sich tatsächlich auch in der Musik, nämlich in der Reihe der *harmonischen Obertöne* aussprechen.

Nach diesem Harmoniegesetz ist also dafür gesorgt, daß gerade die großen Planeten *Jupiter, Saturn, Uranus,* welche die Erde in ihrem Verhältnis zur Sonne empfindlich stören könnten, ohne jeden praktischen Einfluß bleiben, auch sich gegenseitig so in Schach halten, daß das Gleichgewicht des ganzen Systems gewahrt bleibt; sonst hätte ja das Erdensein gar keinen Bestand gehabt. Das sieht man aus dem ungeheuren Einfluß, den ein so kleines Gebilde wie der *Mond* auf die irdischen Zusammenhänge ausübt. Die Menschheit kennt diese Wirkungen unter dem Namen der *Gezeiten* weit länger als deren Ursache, die in ihren letzten Folgerungen immer noch nicht allen Zweifeln entrückt worden ist.

Vor allem muß wieder gleich von vornherein der Vorbehalt eingelegt werden, daß alle erkannten Angaben über Ebbe und Flut nur für praktische Bedürfnisse, also zoëtisch genau, nicht aber absolut richtig sind, denn in

ihnen ist nur der Einfluß von Mond und Sonne auf das Meer verarbeitet, nicht aber auch der anderen Planeten.

Allgemein bekannt ist an allen Küsten das zweimal täglich (je in 6 Stunden 12,5 Minuten) erfolgende rasche Anschwellen und langsame Zurückfluten des Meeres, das täglich um etwa 50 Minuten später eintritt und für jeden Hafen besonders berechnet werden muß, da die Verhältnisse durch den Verlauf der Küsten überall etwas abgeändert sind.

Wunderbar und tief ergreifend für das menschliche Gemüt ist dieser Anblick der steigenden Flut (s. die farbige Tafel: Das Meer). Aus unermeßlichen Fernen kommen die Wasser an den flachen Rand, in gleichem Rhythmus, als atme der Erdriese durch sie, und jede ist, wie das Prof. *Bachmann* auf seinem im Leipziger Museum hängenden Gemälde mit unübertrefflicher Beobachtung wiedergibt, ein Individuum, die Verkörperung einer Niveaustufe, die zusammen in den sechs Stunden *Flut* je nach den lokalen Verhältnissen wenige Dezimeter, wie in der deutschen Ostsee, oder 21 m, wie an der Furcabai bei Neuschottland beträgt. Man blickt darauf wie auf die Hand der ewigen Mächte selbst, wenn man weiß, daß es nichts als die Rotation der Erde ist, die sich in diesem Rhythmus der um die Erdkugel tagaus, tagein seit undenklichen Zeiten wandernden Flutwoge ausspricht, eine Riesenwelle, die sich einfach deshalb erhebt, weil der Mond die Erde anzieht, und weil das leichtbewegliche Wasser diesem Impuls in großen Quanten und besser folgen kann als das starre Festland. So oft der Mond in die gleiche Stellung zu einem Punkt der Erde kommt, wiederholt sich das nämliche Phänomen, das natürlich auf hoher See ebenso vorhanden ist wie an den Küsten, wenn es auch von diesen aus weit besser bemerkt wird.[64])

Die Sonne wirkt nun in gleicher Weise wie der Mond, nur verringert ihre große Entfernung ihre Wirkung auf $^1/_{2,6}$ von der des Mondes. Bei Neumond und Vollmond vereinigen sich beide zu *Springfluten* (deren Gegensatz die *Nippflut* ist), die sich bei landeinwärts wehendem Wind dann zu den Sturmfluten steigern können, deren literarisches Denkmal, *Biernatzkys* Halligenroman, weit mehr bekannt ist als das Gesetz, das ihm zugrunde liegt. Freilich gilt das nicht für die Seebevölkerung; ihr sind die genauen Berechnungen darüber, welche Verzögerung oder Beschleunigung der Flut durch die Küstenformation vorgeschrieben wird, an jedem Ort geläufig, und kein Schiff fährt aus und ein, ohne hierauf Rücksicht zu nehmen. Die Gezeitenwissenschaft hat aus diesen Kenntnissen ein System von unerhörter Komplikation gemacht, da sich die verschiedensten Wellenwirkungen kreuzen, und da zu der *horizontalen Flutbewegung* sich auch noch eine vertikale gesellt, die sich bis in eine Tiefe von mehreren hundert Meter hinein bemerkbar macht. *Darwins* Sohn, *G. Darwin,* hat jene unheilvolle Prophezeiung geprägt, daß diese täglich zweimalige Flutwelle auf die Dauer die Bewegungen

---

*) Vgl. das über die *Trikymia* auf S. 54 Gesagte.

der Erde störe und sie seit der Existenz des Meeres so verlangsamt habe, daß der Tag von 5 Stunden sich auf 24 verlängerte und einen immer langsameren Rhythmus einhalten werde, bis die Erde, die mit dem Aufhören der Rotation immer mehr der Anziehung der Sonne unterliege, in diese stürzen werde. Gleiches wurde von dem Verhältnis von Erde zu Mond behauptet; es mußte sich dort, entsprechend den anderen Dimensionen, sogar alles rascher und energischer abspielen, und das soll die Ursache sein, warum die Rotation des Mondes nach dem Versickern seiner Meere zum Stillstand gekommen ist.

Von alledem ist so viel sicher richtig, daß uns der Mond ständig nur die eine Seite zukehrt und nur eine Bewegung, den Umlauf um die Erde, besitzt. Er, der nach dieser Hypothese sich als Folge der Flut (welcher, der schwachen Sonnenflut?) aus der Erde losgelöst haben soll, als diese noch gasförmig war, er soll ebenso ein Kind der Erde sein wie diese das Geschöpf der Sonne. Man ging darin so weit, daß man sogar die Zeit der Loslösung (vor 56 Millionen Jahren) und das „große Loch" des *Stillen Ozeans* als den Ort fixieren wollte *(W. Pickering)*, an dem die Katastrophe geschah.

Aber man hat für diese Phantasien noch keine sicheren Belege. Wenn ich sie hier erwähne, so geschieht es nur, um zu zeigen, wie tief und allgemein im wissenschaftlichen Bewußtsein die Überzeugung wurzelt, daß das Sonnensystem eine Einheit bildet, aus der kein Baustein herausgebrochen werden kann ohne dauernde Folgen.

In nichts manifestiert sich das so großartig wie im Verhältnis von Erde zu Sonne. Die *Sonne*, über die eine ausgedehnte Wissenschaft ganze Bibliotheken geschaffen hat, bleibt zwar nach wie vor in ihren letzten Geheimnissen unergründet; aber ihr Wesentlichstes, den Begriff der Sonnenhaftigkeit, hat sie uns entschleiert.

Die Naturgeschichte der Sonne ist voll gigantischer Zahlen und unfaßlicher Vorstellungen. Wäre man absolut konsequent, so müßte das Werk über die Physik der Sonne eigentlich das gesamte menschliche Wissen einschließen, da sie, alles in allem, uns von erster Vergangenheit bis in fernste Zukunft umfaßt, schuf, erhält und weiterbildet. Unsere ganze Wissenschaft wird sich allmählich in diesem Sinn umbilden müssen, wenn sie der Wahrheit näherkommen will, und wenn man rätselhafte Erscheinungen der Natur im weitesten Sinn mit der Sonne und ihren Kräften in Zusammenhang bringt, dann wird man weniger irren, als wenn man die Sonneneinwirkung leugnet.

Obwohl wir so weit von ihr entfernt sind, daß selbst das „schnellfüßige" Licht noch über acht Minuten braucht, bis es zu uns gelangt, stehen wir doch völlig in ihrem Bann. Aber die fast 149,5 Millionen Kilometer Entfernung (nur im *Perihel* [im Dezember] ist sie 147 Millionen Kilometer entfernt) bewirken es, daß wir nur sehr wenig und noch weniger Sicheres über dieses strahlende Antlitz, die größte Kugel, die es an unserem Himmel gibt, wissen. Ist doch das kleinste Detail, das man auf ihr noch erkennen kann, ebenso groß wie ganz Deutschland.

Die Astronomie ist eine phantasiereiche Wissenschaft. Aber selbst in ihr zeichnet sich die Sonnenkunde durch noch mehr „man sagt“ aus, als man es in ihr sonst gewohnt ist. *Young*, von dem eine der modernsten Sonnentheorien stammt, sagt, sie sei ein Gasball von fast zähflüssiger Masse von etwa 8000° Cels. Hitze, dessen Temperatur sich gleichbleibe. Andere sagen nach Rechnungen anderer Art, ihre Temperatur betrage 5500°; noch welche schätzen sie auf 10000°. Alle aber stimmen darin überein, daß wir keinen irdischen Stoff kennen, der bei solchen Temperaturen nicht in Gasen aufginge, und darin sind auch alle einig, daß *die Sonne ein Gasball* sei.

Gas verflüchtigt sich im freien Raum. Warum verflüchtigen sich nicht die Sonne und mit ihr alle Fixsterne? Das ist eine Frage, welche die Astronomie erst in neuerer Zeit bemerkte — *Herschel* hielt die Sonne ja noch für bewohnt — und auf die sie nach vielem Für und Wider keine Antwort geben kann. Immerhin weiß man das eine mit Sicherheit, daß ihre Dichte von 1,4 auf sehr dichte Gase hindeutet.

Welche Stoffe sie zusammensetzen, darüber handelt das Hauptkapitel der Sonnenphysik. Kurz gesagt: es ist fast alles (durch Spektrallinien) auf ihr vertreten, was uns auf Erden erfreut, und noch etwas dazu. Von den fehlenden Stoffen stimmt nur das *Nitrogen* nachdenklich; merkwürdig ist auch der Mangel an *Gold*, *Bor*, *Quecksilber* u. a. Aber erstens ändern sich diese Ergebnisse sozusagen jeden Monat, und außerdem ist es in den Elementengemischen ungemein schwer, die einzelnen auseinander zu kennen. Dann gibt es auch Spektrallinien, die den irdischen fremd sind, und wieder läßt es sich nicht sagen, ob das neue Elemente sind oder vielleicht nur neue „Erregungszustände“. Es gibt in der Sonnenliteratur ein Wort, das besticht durch sein Gepräge innerer Wahrheit. Es stammt von dem Engländer *Rowland*, der sagte: Unsere Erde würde genau das gleiche Spektrum zeigen, wenn sie auf gleiche Temperatur erhitzt wäre.

Diesem geheimnisvollen Gasball blickt man bei stillen Sonnenuntergängen sinnend nach, wie groß und fleckenlos er doch ist. Aber alles, was man sieht, ist nur eine Illusion. Man sieht nur eine Art Lichtmaske davor und überblickt weder die ganze Sonne noch ihre wahre Beschaffenheit.

Eine der neuesten Ansichten drängt sich zu und sagt nicht weniger, als daß die Sonne bis zum *Neptun* reiche. Außen sei sie umhüllt von einem *Coroniummantel*, der alle Planeten einschließe (vgl. S. 153). Tatsache ist, daß elektrische Ströme von ihr mit magnetischen Wirkungen auf unseren Planeten reichen; nicht weniger bestreiten kann man, daß sie ihr Licht sicher bis zum Letzten ihrer Trabanten sendet. Licht ist aber Körperlichkeit, also sitzen wir in einem gewissen Sinn noch mitten in der Sonne drin. Sie umhüllt uns mit einem wärmenden und leuchtenden Mantel, und dieser Vorstellung haftet vieles an, was anderes erhellt und verständlicher macht.

Tatsächlich ist die Sonne weit größer, als sie uns selbst in der vergrößernden Verzerrung des Sonnenunterganges erscheint. Das läßt sich im Lichtbild

festhalten, wenn der Mond sie verfinstert und die ungeheure *Corona* strahlend wie ein Feuerschein in die Himmelsnacht hinausloht. In dieser Corona ist eine rosenrote Atmosphäre *(Chromosphäre)* sichtbar; in diese ragen wieder *Fackeln;* aus ihr erheben sich die flammenzungengleichen *Protuberazen,* die noch bis 725 000 km hoch emporlodern.



Abb. 105. Ideelles Bild eines Planeten, dem eine dreifache Sonne leuchtet. Bekanntlich sind nunmehr fast ebensoviele Doppelsonnen wie einfache Sonnen von dem irdischen Typ bekannt. Originalzeichnung.

Was ist das alles? Es gibt Ansichten, aber wenig zwingendes Wissen darüber. Von der Corona sagen die meisten Astronomen, sie müsse Partikelchen von kosmischem Staub enthalten, deren Strahlungsdruck (0,5 mg pro Quadratmeter nimmt *Arrhenius* an) sie auch auf die Erde abschieße. Man kann also gewissermaßen im Staub Sonnenstoff einatmen. Durch die Reibung werden diese Teilchen stark elektrisch, und wenn sie anlangen, erzeugen sie *Polarlichter,* magnetische Stürme, vielleicht auch den geheimnisvoll blinkenden Ring des *Zodiakallichtes* (Abb. 3).

Jedenfalls ist das eine klar, daß die Sonne wegen ihrer ungeheuren Masse eine 27mal gewaltigere Schwerkraftswirkung ausübt als die Erde und infolgedessen die Gase ganz anders festhalten kann als diese. So erklärt es sich, daß in ihrer Atmosphäre eines der schwersten aller Gase, das *Helium,* massenhaft vorhanden ist, weshalb es auch seinen Namen von der Sonne erhielt. Ferner sind Metalle auf ihrer Oberfläche in ganz anderer Weise verbreitet als auf unserem Gestirn; ein nicht unerheblicher Teil der Protuberanzen besteht aus Metalldämpfen, und um den hellen Kern ihrer Masse, die man des von ihr ausgehenden weißen Lichtes halber die *Photosphäre* nennt, wogt eine zu-

sammenhängende Schicht glühender Metalldämpfe. Die Photosphäre erscheint in den großen Teleskopen wie mit zahllosen Körnern durchsetzt; nichts liegt näher als anzunehmen, daß diese *Granulation* das optische Bild von Schäfchenwolken ist, die sich aus glühenden Dämpfen zusammensetzen und so viel Licht ausstrahlen, daß all die Glut und all der beseligende Sonnenschein, der uns Erdenkindern zugemessen ist, doch nur der zweitausendmillionste Teil der von dem Zentralgestirn ausgehenden Wirkungen ist.

Und trotzdem ist auch dieses strahlende Licht der Welt bekanntlich nicht fleckenlos. Die *Sonnenflecken* greifen in das Leben von jedem einzelnen von uns ein, denn von ihnen hängt der Erdmagnetismus und die Witterung ab, sicherlich noch weit mehr, als man es heute bereits weiß. Trotz ihrer Wichtigkeit bergen sie für unser Wissen noch viele Unklarheiten. Erst neuestens hat man entdeckt, daß auf der von der Erde abgewandten Sonnenhälfte 90% ihrer Art, auf „unserem" Sonnenbild dagegen nur 10% ihren Wirbeltanz ausführen. Sie bewegen sich nämlich; niemals stehen sie still, daher währt ihre Dauer nur einige Stunden, im besten Fall zwei Monate, wenn auch manche, so der Fleck vom Jahr 1858, den 36. Teil der Sonnenscheibe einnahmen. So kommt es, daß man wochenlang keinen zu Gesicht bekommt, dann wieder auf einmal 20, auch 50 sieht. Als tiefe Trichter erscheinen sie und in allem nicht anders, wie wenn sie Wirbel, eine Art Zyklon in den Dämpfen dieser Welt der wallenden, überspannten Kräfte wären, worüber so ziemlich alle Astronomen heute einig sind.

Daran läßt sich nicht zweifeln, daß auf der Sonne alles in Bewegung ist. Man sieht verschieden tiefe Schichten in verschiedener Weise rotieren, erlebt Dampfausbrüche, gegen die irdische Vulkane anmuten wie ein Kinderspielzeug, kennt die vielbesprochene 11jährige (genau 11,125 Jahre) *Sonnenfleckenperiode*, der ein ähnlicher Gang unserer Witterung entspricht. Dann erhält man aus Beobachtungen, die rastlos fortgesetzt werden — als fühlte die Menschheit, daß in der Sonne die Schöpferkraft unseres Daseins verborgen wäre — Wirkungsziffern von so schwindelnden Dimensionen, daß man selbst bei größter Skepsis zugeben muß, *die gesamte Natur- und Lebenseinsicht müsse die Sonne noch weit mehr in den Mittelpunkt rükken, als es bisher geschieht. Die Zoësphäre ist Sonnenhaftigkeit bis ins kleinste hinab.* Ich darf darüber die Angaben nicht sparen, denn es handelt sich um eine zentrale Frage der Welteinsicht.

Die Sonne ist im Zenith 600 000 mal heller als der Vollmond *(H. C. Vogel)* und spendet so viel Licht wie 75 000 Kerzen in einem Meter Entfernung. Sie erzeugt dabei so viel Wärme, als der Arbeit von 265 Billionen Pferdestärken entspricht, und diese würde genügen, um eine 40 Meter hohe Eisschicht um den Erdball zu schmelzen. Gerade dieses Übermaß stimmt allerdings nachdenklich, denn wäre das nur Verbrennungswärme nach irdischen Begriffen, so müßte sie trotz ihrer riesigen Dimensionen in 3000 Jahren zu Schlacke verbrannt sein. Unter den Triebrädern der Sonnen-

energie leistet die Atmosphäre der Erde an Wasserverdunstung, Wolkenbildung und Regen die Arbeit, welche dazu gehört, um einen 40000 km langen, 5000 km breiten und 3 m tiefen See bis zur Höhe der Wolken emporzuheben und zu den Polen weiterzubefördern. *Durch Licht und Wärme, durch Elektrizität und Magnetismus verrichtete sie jede mechanische Bewegung, eigentlich alle Arbeit; der gesamte Chemismus der Erde, alles animalische und vegetabile Leben der Erde geht auf sie zurück.* *) Selbst ein so nüchterner Kopf wie der Physiker *Tyndall* läßt sich unter dem Eindruck dieser ungeheuren Einsicht hinreißen zu sagen, wir seien keineswegs in bildlichem Sinn, sondern rein mechanisch in Wahrheit Kinder der Sonne.

Und dabei sind wir nur beiläufig ein Siebenhundertstel des Sonnensystems und keineswegs einer seiner ansehnlicheren Teile; für alle anderen sorgt die Sonne noch immer in solcher Weise, daß selbst auf dem entferntesten Planeten *(Neptun)* die Sonne noch 300 mal heller scheint als für uns der Mond in hellstem Glanze.

Von diesem Mittelpunkt aus bezogen und beziehen wir alles, was wir sind und was wir haben. Vieles davon, wie die Materie, die chemischen Kräfte, die Radioaktivität, die Schwerkraft, haftet bereits dem kleinsten Teilchen des Irdischen an, anderes, wie das Pendulieren, die Rotation, entsteht offenbar nur aus den Beziehungen, die zwischen der Erde und der Sonne im ganzen bestehen. Auch daß die Sonnenflecken sich mit dem *Magnetismus der Erde*[65]) und der *Erdbeben* in einer unleugbaren Relation befinden, daß die *Magnetnadel* eine tägliche Variation besitzt, die mit dem Sonnenstande zusammenhängt, daß die Magnetnadeln während des Scheinens der *Polarlichter* (Abb. 106), die gleichfalls an den Sonnenfleckenrhythmus gebunden auftreten, in größter Unruhe sind und *magnetische Gewitter* anzeigen, daß endlich die Periodizität der *Gewitter* sich ebenfalls nach den Vorgängen auf der Sonne richtet, das alles beweist, daß wir die Erde und ihre Integrationsphänomene gar nicht losgelöst von der Sonne betrachten dürfen, daß vielmehr die eigentliche Erkenntnis, die sich aus diesen vielen Einzelheiten ableitet, so zu lauten hat:

Integrationseigenschaft der Stufe der Himmelskörper ist das Hervorbringen der Strahlungen (Licht, Elektrizität, Radioaktivität), *der Bewegungen* (Wellen, Rotation, Molekularbewegungen, Wärme), *der chemischen und physikalischen* (Schwerkraft usw.) *Kräfte des Lebens und der Intelligenz.*

Eine andere Antwort läßt sich auf die Frage nach dem Ursprung dieser Vorgänge nicht geben, als daß sie nach unserer Erfahrung von den Sonnen und deren Abkömmlingen hervorgebracht werden und deren Teile in einem komplizierten System beeinflussen. Wenn man die Abkömmlinge der Sonnen der Reihe nach betrachtet, findet man nichts, was diesen hypothesenfreien Sätzen widerspräche.

---

*) Eine Ausnahme bilden nur die Gezeiten.

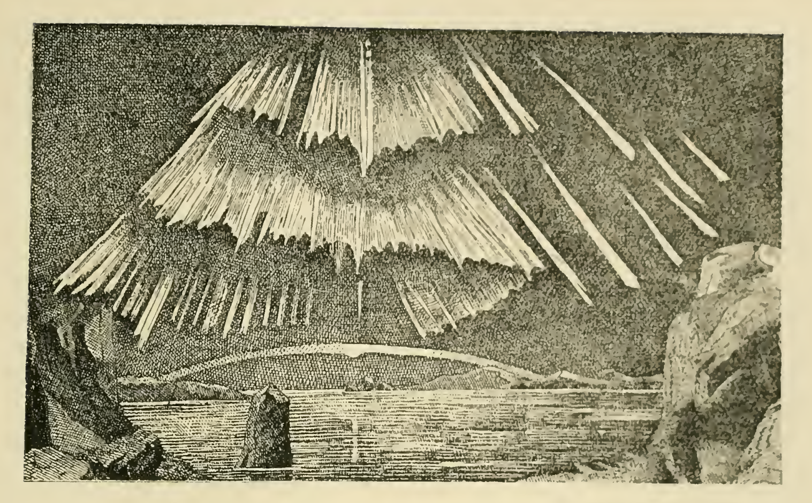


Abb. 106. Polarlichtdraperie von dem Typus, wie er 1882 auf Kap Thordsen beobachtet wurde. Unten einer der häufigsten Nordlichtbogen. Originalzeichnung.

Selbst der *Mond*, der allgemein für einen abgestorbenen Weltkörper fremdartigster Beschaffenheit gehalten wird (Abb. 107), fügt sich diesem Satze.

Jedenfalls muß man ihn doch für die Ergänzung der Erde halten (man mag sich zu der von den Angelsachsen vertretenen Hypothese stellen, wie man will), mit der er ja auch in den Bewegungen dem Ganzen des Sonnensystems gegenüber eine Einheit bildet, da er nur 384 000 km von uns entfernt ist. Daher kann er auch so gut aufgeschlossen werden, daß man mit Recht von ihm gesagt hat, er sei fast besser bekannt als gewisse Erdteile. Man kann auf ihm Gegenstände bis zu 100 qm Fläche unterscheiden, müßte also von ihm aus auf Erden Ozeandampfer, die großen Häuserblöcke in den Großstädten, sogar jeden einzelnen Eisenbahnzug erkennen können. Wenn wir also nicht das geringste Anzeichen von Leben oder gar Zivilisation auf ihm entdeckt haben, so darf man diesmal wohl den Sinnen trauen.

Trotzdem ist er voller Rätsel. Sicheres weiß man nur von seiner Astrophysik. Weil er immer in eine andere Stellung zur Sonne kommt, so erscheint er ständig bald sichelförmig, bald als *Vollmond* oder *Neumond*, kehrt uns aber trotz dieser Vielgestaltigkeit doch immer nur eine Seite zu. Das weiß sogar der Ungebildete, denn er kann es selbst beobachten. Wenn nun auch seine Umlaufzeit nur 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten 12 Sekunden beträgt (*siderischer* Monat), so erreicht er doch immer erst nach 29 Tagen

12 Stunden 44 Minuten 3 Sekunden dieselbe Phase, weil ihm eben die Erde mit ihrer Eigenbewegung inzwischen davonläuft (*synodischer* Monat). Das aber wissen sogar nur die selten, denen es bekannt ist, daß die menschliche Zeitrechnung (der *Kalender*) auf diesem Faktum aufgebaut ist. Auch das ist sicher, daß seine mittlere Dichte nur 2 beträgt, und daß er also nicht viele Metalle enthalten kann. Schließlich läßt sich auch das nicht leugnen, daß schon jeder mittlere Feldstecher den „Mann im Monde" auflöst in Hunderte von Gebirgswällen, Ringgebirge und große graue „Meere" (*Maria* [Abb. 107]), deren Dimensionen man an ihrem Schatten messen kann, wodurch sich erwies, daß Selene bis 8840 m hohe Bergesspitzen besitzt. Auch das läßt sich wenig anzweifeln, daß er wenigstens auf unserer Seite eine namhafte Atmosphäre nicht haben kann, da Licht und Schatten auf ihm nicht durch die weichen Übergänge der Halbschatten (Abb. 108) gemildert, und auch die Sterne an seinem Rande bis zur Verdeckung sichtbar sind.

Man hat *Mondkarten* angefertigt (Abb. 107) mit Hunderten von Namen [66]), auf denen einige *Kettengebirge* gleich den irdischen, unvergleichlich mehr *Ringgebirge*, wie wir sie nur in den vulkanischen Gegenden kennen (vgl. Abb. 71), (die *phlegräischen* Felder bei *Neapel* sind eine Mondlandschaft im kleinen), Krater, Risse, Rillen, Quertäler, Ebenen voller Blöcke, Bergstürze, Wälle, eine Urwelt wildester Gewalten, eingezeichnet sind, aber keine Spur davon, daß jemals Leben auf ihm herrschte oder Intelligenz die Oberfläche änderte.

Das ist das, was wir positiv über ihn wissen, alles übrige ist der Versuch, diese Umrisse durch Hypothesen und Ansichten farbiger zu gestalten. Von ihnen ist am weitesten die Ansicht verbreitet, der Mond sei ein erstorbener Weltkörper, und zwar gestorben, bevor er zum Leben kam.

Die unglaubliche Durchlöcherung seiner Oberfläche hält man für Durchbrüche von Magma, die während des Einschrumpfens seiner Rinde erfolgten. Daraus, daß man keine Auswurfmassen außerhalb der manchmal bis zu 82 km breiten *(Krater Tycho)* Kraterebenen sieht, die anders sind als das Innere, zog man den Schluß, der Vulkanismus habe sich auf ihm anders geäußert als auf Erden, obwohl man nicht daran zweifeln kann, daß Vulkane auf dem Monde auch jetzt noch tätig sind. So sieht man aus dem *Krater Linné* seit $2^1/_2$ Jahrhunderten immer wieder Wolken aufsteigen, desgleichen im *Mare Serenitatis* aus den *Kratern Posidonius* und *Taquet.* Nur gerät das Leben, das sich unter dem Einfluß solcher Wasserdampfbildungen etwa dort ansiedeln wollte, in die gewiß nicht lebensgünstige Situation, eine Mondnacht von 354 Stunden bei Weltraumkälte zubringen und die Freuden eines ebenso langen Mondtages durch hundert oder zweihundert Grad Bodentemperatur erkaufen zu müssen, da sich der Boden, den einzelne Forscher kurioserweise angesichts des blendenden Lichtes der Mondscheibe für Kalk, andere für Eis erklären, unter dem Einfluß so langer Besonnung ungemein erwärmen muß. So merkwürdig auch das alles ist, so erscheint



Abb. 107. Ideale Ansicht des Vollmondes in einem mittleren Teleskop mit seinen wichtigsten Gebirgen und Meeren

1 Mare Crisium, 2 Mare Serenitatis, 3 Mare Tranquillitatis, 4 Mare Foecunditatis, 5 Mare Nectaris, 6 Mare Frigoris, 7 Mare Imbrium, 8 Ocean Procellarum, 9 Mare Nubium, 10 Mare Humorum, 11 Die Mondappeninnen, 12 Das Ringgebirge Copernicus, 13 Plato, 14 Der strahlende Berg Aristarch, 15 Die Ringgebirge Arzachel, Alphons und Ptolemaus, 16 Das Ringgebirge Theophilus, 17 Tycho.
Von diesen sind 2, 7, 8 selbst mit freiem Auge sichtbar, 1, 12, 15, 17 mit [illegible]

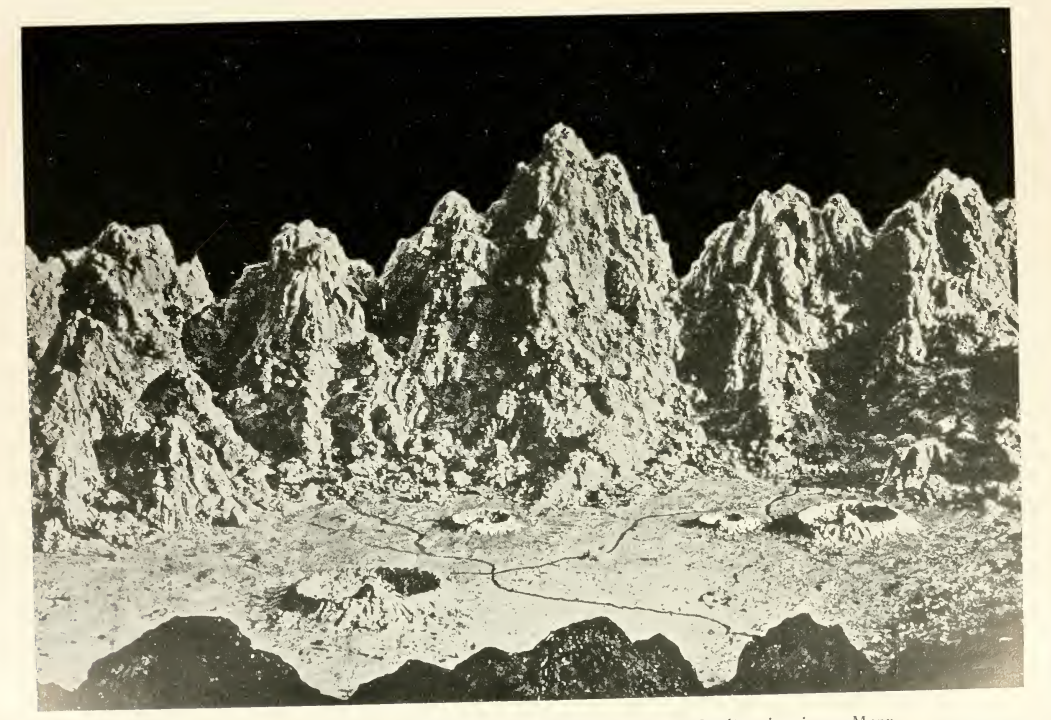


Abb. 108. Eine ideale Mondlandschaft mit Ringbergen und Spalten in einem Meer
(Nach J. Nasmith)

es doch nicht anders als die irdischen Verhältnisse, und so wie mit dem Erdenmond verhält es sich, soweit man davon etwas weiß, auch mit den anderen 25 Monden und mit den anderen Planeten[67]).

Alle sind Kopien der Sonne und der Erde. Sie muten an wie die verschiedenen Stadien einer Sonne, die merkurartig wird. Die Erde ist in wahrem Sinn des Wortes eine unter vielen.

Jupiter (Abb. 47), *Venus, Uranus, Saturn* und *Neptun* scheinen wärmer als die Erde zu sein; *Mars* und *Merkur* aber scheinen einen Zustand zu spiegeln, den die Erde noch erreichen wird. Neptun scheint sogar noch Eigenlicht zu besitzen, und wenn man das Viele, was man von *Planetenbewohner* hypostasiert und phantasiert hat, auf das Wenige reduziert, was von allen Forschern zugegeben wird, so kommt mehr oder weniger der Satz heraus, *daß außer der Erde kein Planet als Aufenthalt für Menschen geeignet erscheint.* Mit anderen Worten, der Gesamtzustand der Erde produzierte notwendigerweise den Menschen, woran die Illusion zerschellen muß, daß der Menschheit eine besondere Mission im Weltganzen zukomme. Er ist ein Integrationsprodukt neben zahllosen anderen, und die Bekrönung, damit der Sinn der Welt, liegt weit über ihm in unvergleichlich höheren Dingen, zu denen sein Kopf nur Durchgangsstufe ist.

So sieht ihn der Chor der Sterne aus dunkler Nacht ernst und feierlich an und sagt: Sich ganz erfüllen, sich ganz einordnen ins Ganze und dann bescheiden warten. Das ist alles, was du tun kannst! Das Ewige kommt nach deiner Bedeutung und deinem Verdienst.

Das Gesetz der Stellung im System und der abnehmenden Dichte ist uns bereits bekannt, woraus allein schon spricht, daß kein Himmelskörper, auch nicht die Erde, für sich allein betrachtet und verstanden werden kann, sondern wie die Zellen eines Gewebes oder die Menschen eines Staates nur als Glied eines Systems. Daran läßt sich nicht zweifeln, wenn auch der Sinn des Ganzen unbekannt und unerkennbar ist.

Gegenüber dieser wichtigen Einsicht schrumpfen die vielen, oft im sensationellsten Gewande einherschreitenden Einzelheiten aus der *Planetenphysik* zu Nichtigkeiten zusammen. Ich selektiere daher aus dieser Fülle von Behauptungen nur das, was die Hauptgesetze beleuchtet und klarer macht. Man braucht nicht mehr zu wissen, um die Gesetze der Welt zu verstehen. Auffällig ist die verschiedene Dichte der Planeten und sie spiegelt offenbar ein Gesetz wider. Merkur ist durch die Zahl 6,57, Saturn durch 0,72 ausgezeichnet (Näheres auf S. 243), woraus hervorgeht, daß die Materie sich auf jedem in anderem Zustande befindet. Das drängt die Vermutung auf, daß diese Sterne nicht unter gleichen Umständen entstanden und auch nicht gleichen Verhältnissen ausgesetzt sind. Man erkennt das auch daraus, daß ihr physischer Zustand sehr verschieden anmutet. Es gibt einige unter ihnen, wie *Jupiter* oder *Saturn,* die Gaskugeln zu sein scheinen; andere, wie *Merkur* und *Mars* (vgl. Abb. 47), scheinen sich Mondverhältnissen zu

nähern, mindestens wasserarm und nur mit geringer Atmosphäre umgeben zu sein. Merkur zeigt sogar das gleiche Spektrum wie die Sonne. Auch die verschiedene Zahl der Trabanten (0—10) besagt, daß jeder der Planeten seine Sondergeschichte gehabt haben muß. Einer von ihnen, nämlich *Saturn,* zeichnet sich sogar durch eine Besonderheit aus, für die es im Irdischen kein Gegenstück gibt, wenn man das *Zodiakallicht* nicht als Staubring fassen will.[68]) Das sind die 1610 von *Galilei* entdeckten *Saturnringe* (Abb. 47), die seit *Maxwell* für Staubteilchen gehalten werden, und die sich in einzelnen Zonen zusammen in 80—350 km Dicke verschieden schnell bewegen *(Belopolski)*, im allgemeinen aber übertreffen sie mit einer Umlaufszeit von 5—6 Stunden ihren Planeten, der in $10^1/_4$ Stunden rotiert, trotzdem er 700 mal größer ist als sie.

In welche Urwelt blickt man doch durch das Fernrohr hinein, wenn man diesen in verlorener Weltennacht dahinschwebenden Stern beobachtet, an dessen Himmel stets einige Monde leuchten, der vielleicht selbst noch Eigenlicht aussendet, da man auf ihm glühend rote Flecken erblickt, soweit er nicht in seinen ständigen Wolkenmantel eingehüllt ist, was Veranlassung zu der sehr artigen Bemerkung gegeben hat, sein Meer schwebe noch in der Luft.

Nicht viel anders mutet er an wie *Jupiter* (Abb. 47), der neben *Venus* der auffälligste Stern des gesamten Firmaments ist. Das kommt davon her, daß er, obwohl er bei 777 Millionen Kilometer Entfernung weniger Licht als die Erde erhält, eben 1330 Erden fassen könnte und daher selbst eine Einflußsphäre besitzt, welche seine Monde in gleicher Entfernung (26 Millionen Kilometer) an ihn fesselt wie uns die Sonne.

Gerade durch diese Größe ist er ein Beweis, daß die Drehungsgeschwindigkeit der Himmelskörper von anderen Umständen abhängen muß als von ihrer Größe, dreht er sich doch so schnell, daß sein Tag nur 9 Stunden und 55 Minuten währt. Auch er ist mit Wolken überdeckt, die verschiedene Bewegungen ausführen, und nur selten bricht unter ihrer Hülle blutigrot der wahre Stern durch. *Jupiter* ist es doch, der seit 1878 durch seinen ungeheuren „roten Fleck“ (Abb. 47) die Aufmerksamkeit der Beobachter besonders auf sich zieht.

Neptun und *Uranus* mit ihren großen Gashüllen sind einander in allem bis auf den Umstand ähnlich, daß der erstere, der 1846 von *Leverrier,* wie man sehr hübsch sagte, mit der Spitze der Feder gesehen wurde, für den Umstand, daß er 4490 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt ist, zu hell leuchtet. Er muß sich daher wohl in einem sonnenähnlicheren Zustand befinden als alle anderen Trabanten der Sonne, was übrigens von *Secchi* auch für den *Uranus* vermutet wird.

Wie anders mutet dagegen die sonnennahe und kleine Trias: *Merkur, Mars* und *Venus* an, von denen allerdings Mars jenseits der Erde kreist. Von ihnen ist nur *Venus,* die Schöne und Sanftblickende, mit einer dichten Atmosphäre umgeben, und wenn schon die Phantasie des Menschen von

lebenden Gefährten in der Tiefe des Himmelsraumes träumt, so käme dafür meines Erachtens als einziger Schauplatz nur die fast stets in Sichelform sichtbare Venus in Betracht. Sie hat ein 225 Erdtage langes Jahr, einen Dreiundzwanzigstundentag, die gleiche Dichte (also Zusammensetzung) wie die Erde, ähnliche Größe, eine wasserdampfreiche Atmosphäre, allerdings doppelt so viel Licht und Wärme wie die Erdenkinder.

Dennoch haben, seitdem sich die Phantasie auf solche Reisen wagt, die Menschen immer sehnsüchtig nach dem roten *Mars* ausgesehen, ob denn von ihm immer noch nicht die ersehnte Botschaft fremder Intelligenzen aus dem Himmelsraum käme. Besonders nachdem der Italiener *Schiaparelli* im Jahre 1877 die *Marskanäle* (Abb. 67) beschrieben hat, nachdem 1881 ihre plötzliche Verdoppelung entdeckt und 1907 die Zweifel über ihre Realität durch die Photographien von *Lowell* behoben wurden. Wenn man auch daran nicht zweifeln kann, daß der weiße Schein an den Polen des Mars, der im Sommerhalbjahr vergeht, worauf die „Kanäle" dunkler und breiter werden, große Ähnlichkeit mit den Polarkappen der Erde hat, die sich für einen fernen Betrachter ebenfalls im Laufe der Jahreszeiten (in der Differenz: Rand des Packeises bis zu den Alpen, also 20—25 Breitegrade) rhythmisch ändern müssen, so sind doch gewisse Umstände, wie die Geringfügigkeit der Atmosphäre*), die fast völlige Wasserlosigkeit des Mars, die geringe Intensität der Sonnenstrahlung (nur 0,43% der irdischen, also das kalte Klima), Umstände, welche dem „Marsleben" ganz sicher andere Bahnen gewiesen haben als dem der Erde.

Noch verschiedener muß sich das Dasein des kleinen, den Mond an Größe nicht sehr übertreffenden *Merkur* abspielen. Er hat zwar eine Atmosphäre, aber gleich dem Mond nur eine mit dem Umlauf von 88 Tagen zusammenfallende Rotation, wodurch er der Sonne stets die gleiche Seite zukehrt und auf dieser einen ewigen Tag genießt, der von 6,5 mal stärkerer Strahlung ist als der irdische. Als Facit solcher Erwägungen bleibt daher meine Überzeugung bestehen, daß „Leben" wohl vielfach im Sternensystem verbreitet sein mag, menschliches Sein aber derzeit nur einmal, so daß die Erde den Namen Menschenstern mit Recht verdient, der ihr angesichts ihrer Geschichte ohnedies nur für eine flüchtige Stunde in einem langen Dasein zukommt.

Die Planetoiden zwischen Mars und Jupiter sind Weltchen, deren größte nicht mehr als 1000 Kilometer Durchmesser besitzt, sie scheinen Trümmer eines einzigen großen Planeten zu sein, in deren Schwarm stets da eine Lücke ist, wo ein diese Stelle einnehmender Planet eine Umlaufszeit hätte, die zu der von Jupiter und Saturn in rationalem Verhältnis stände.

Eros ist ihr größter, *Vesta*, *Ceres*, *Pallas* und *Juno* sind die kleineren Gefährten, deren Durchmesser schon nur mehr 190 km erreicht; alle üb-

*) Nach den spektroskopischen Untersuchungen der Lick-Sternwarte ist überhaupt keine Atmosphäre vorhanden.

rigen etwa 700 Zwergwelten sind noch kleiner. Wenn man nun daraus, daß *Eros*, der übrigens fast völlig zwischen Mars und Erde kreist und sich uns bis auf 19 Millionen Kilometer nähern kann, und daraus, daß die Planetoiden jenseits von *Hungaria* die festgeschlossene Bahn der anderen durchbrachen, schließt, jener hypothetische „zersprungene" Planet könne nicht existiert haben, so vergißt man darauf, daß die großen Herrscher im Reiche der Planeten Störungen gegenüber den kleinen bewirken müssen, die vielleicht auch die Abweichung des *Neptun* von der *Titius-Regel* mehr als genügend erklärt. Denn diese Regel, aufgestellt vor Entdeckung der Planetoiden, hat die Stelle dieser Existenz genau so vorhergesagt wie *Leverriers* Rechnung den Neptun; sie hat also ihre Brauchbarkeit bewiesen.

Ob die *Meteoriten*, deren größter, der „Eiserne Berg", von 40 000 kg Gewicht in der *Melvillebai* des antarktischen Amerikas vor 1818 gefallen ist, mit diesen Planetoiden in Zusammenhang stehen, ist zweifelhaft, nach vielem aber nicht einmal wahrscheinlich. (Vgl. Abb. 22.)

Die Erde nimmt täglich 100—200 Tonnen dieses Materiales auf, das jedermann wenigstens in Gestalt von *Sternschnuppen* schon beobachtet hat, als Zeichen dessen, wie häufig diese Sendboten aus dem Himmelsraum zu uns gelangen. Schwärme, wie der *Laurentiusschwarm der Perseïden* (9. bis 12. August) oder der immer mehr enttäuschende Meteorschwarm der *Leoniden* (7.—14. November), der im Jahr 1799 das helle Entzücken *Alex. v. Humboldts* erregte, als er in kurzer Zeit Zehntausende der herrlichsten Feuerraketen durcheinanderschießen sah, die der *Andromediden* und *Lyriden* sind so zahlreich, daß man in einer Stunde bis 75 000 Sternschnuppen feststellt. Wenn sie zur Erde herabgelangen, erweisen sie sich sandkorn- oder faustgroß und nur selten zerstörend und so felsblockmächtig wie viele der schönen Meteorsteine, welche die prächtigste Sammlung aufbewahrt, die auf Erden davon existiert, nämlich das Wiener naturhistorische Museum. Man steht erschüttert vor dieser außerirdischen Materie — aber noch mehr kann die Tatsache ergreifen, daß sie nicht anders als die irdische ist.

Auf diesem Boden steht die felsenfeste Überzeugung, daß das gesamte Weltall einheitlich ist. Die gleichen Kräfte (Elektrizität) wirken in die fernsten Fernen, und aus dem Unermeßlichen kommt die gleiche Materie zu uns, die auf Erden vorhanden ist.

Dem Anhänger der O.P. ist diese Einheit des Seins freilich nicht verwunderlich, sondern einfach ein Postulat seiner Grundüberzeugung; die entsprechende Erfahrung ist ihm also nur ein Beweis für die Richtigkeit seiner Lehre.

Die Meteorite enthalten mit Vorliebe (oft bis 96%) Eisen und Nickel, sonst Olivin, Augit, Magnetkies, Quarz. Auch Kalzium, Magnesium, Aluminium, Kobalt, Schwefel, Phosphor, Chlor, Arsen, Argon und Helium sind vorhanden, und sie erinnern sehr an vulkanische Produkte. Man machte sie glühend und fand ihr Spektrum dann sonnenähnlich.



Abb. 109. Photographische Aufnahme des Coggia-Kometen
(Nach Annals of the astronomical observatory of Harvard College 1874)



Meteorite sind also eine Musterkarte der Weltenmaterie. Daß sie oft glasig sind, erklärt sich ohne Mühe durch ihr Glühen, welches durch die Reibung an der Atmosphäre in etwa 1000—1200 km Höhe beginnt; daß *sie aber auch große Kristalle enthalten, ist der erste und unumstößliche Beleg dafür, daß die Gesetze des Organischen von kosmischer Gültigkeit sind!*

Ob die in ihnen enthaltene *Kohle* organischer Natur ist, wie *Flammarion* meint, läßt sich nicht entscheiden, ist auch weniger wichtig als der von *Schiaparelli* erbrachte Nachweis, daß sie durch die Auflösung der *Kometen* entstehen. Denn der *Biela*'sche Komet, der eine Umlaufszeit von 6,6 Jahren besaß, hatte sich im Jahre 1845 entzwei geteilt und war seit 1852 definitiv verschwunden. An seine Stelle trat ein Meteorschwarm, der am 25. November der Erde nahekommt. Und diese Tatsache bestätigte sich noch mehrfach. Damit sind die stets in der Atmosphäre völlig verbrennenden *Sternschnuppen, Meteorsteine* und die rätselhaften, den Menschen so viel Schrecken einflößenden *Kometen* (vgl. Abb. 109) unter einen Hut gebracht. Sie alle sind von dem Sonnensystem eingefangene Wanderer aus dem Fixsternhimmel.

Schon *Kepler* wußte es, daß Kometen, wie er sich ausdrückte, so zahlreich am Himmel sind wie Fische im Wasser, und von den seit 1767 bis 1907 berechneten 300 Schweifsternen sind so viele regelmäßig wieder gekommen[69]), daß in jeder Generation jedermann Gelegenheit gegeben wird, den einen oder anderen je nachdem: zu fürchten oder zu bewundern. Den letzten großen, den *Halley*'schen *Kometen*, hat man uns im Jahre 1910 als Schreckgespenst hingestellt, dem Stil der Zeit entsprechend allerdings nicht mehr als Kriegspropheten, wie zuletzt den im Jahre 1811 (vgl. Abb. 109), sondern als Störenfried der Erde, die durch seinen Schweif hindurchging. Aber so wie 1819 und 1861, da die Erde ebenfalls Kometenschleppen durchzog, passierte nichts anderes, als daß Sternschnuppen und Nordlichter in vermehrter Zahl sich zeigten. Denn es kann kein Zweifel mehr sein, daß die Kometen Anhäufungen von kosmischem Staub und Meteoriten sind, welche von der Herrin unseres Systems eingefangen und dann in der Sonnennähe erhitzt und beleuchtet werden. Die Gase, von denen die Spektralanalyse Kohlenmonoxyd, auch Eisen und Natrium durch ihre charakteristischen Linien verrät, werden durch den *Strahlungsdruck* (der ja 1,5 μ große Körperchen vom spezif. Gewicht 1 schon frei schwebend erhält) zu jenen so fürchterlich wirkenden, meist türkensäbelförmig gekrümmten Schweifen ausgezogen, deren von der Sonne abgewandte Stellung sich auf diese Weise ungezwungen erklärt. Der „Kern", das sind die Staubmassen, die deshalb in der Sonnennähe besser beleuchtet werden; die Gase dagegen bilden die bekannte Nebelhaube *(Corona)* um den Kopf des Kometen.

Daß dem so ist, beweist der auf Abbildung 110 wiedergegebene, instruktive Versuch, künstliche Kometen zu erzeugen. Man verwendete dazu ein Gemenge von erhitzten Pilzsporen, die in verkohltem Zustand etwa 0,002 mm große Kügelchen von 0,1 Dichte bilden, und von Schmirgelpulver, das in

eine Sanduhr eingefüllt wurde, die man möglichst luftleer machte. Mit einer starken Bogenlampe, deren Licht man noch durch eine Linse konzentrierte, beleuchtete man nun diesen fallenden Staub und sah nun mit Vergnügen, wie die Pilzkohle durch den Strahlendruck zu einem kleinen „Kometenschweif“ seitwärts getrieben wurde, während das schwerere Schmirgelpulver unbeirrt und gerade zu Boden fiel.

Die Kometen sind also eingefangene Fremdkörper aus dem Weltall, deren Einverleibung in unserem Sonnensystem nur in wünschenswerter Weise beweist, daß auch jenseits unserer Sonne Himmelskörper von gleicher Materie und damit auch gleicher Gesetzlichkeit des Seins existieren.

Nimmt man dazu die von ihnen zu uns dringenden Lichterscheinungen, welche ebenfalls den Gesetzen innerhalb des Sonnensystems gehorchen, so kann man mit Berechtigung den Satz unserem Weltbilde einfügen, *daß die Sonne mit ihrer Trabantenschar ein Stern unter vielen sei, denen im Prinzip die gleichen Eigenschaften zukommen wie ihr.*

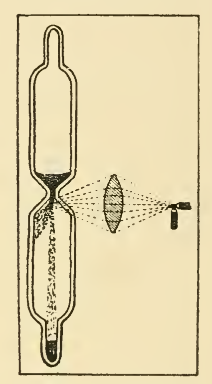


Abb. 110. Die künstliche Erzeugung eines Kometen. [Näheres siehe im Text]

Im Chor der Fixsterne ist sie, deren Licht den positiven Krater einer Bogenlampe nur um das vierfache übertrifft, nicht einmal eine der hervorragenden. Wäre sie nicht 8 Lichtminuten, sondern 30 Lichtjahre von uns entfernt, so würde sie einem Menschenauge nicht mehr sichtbar sein; denn sie ist nur ein Fixstern aus der Kategorie der Sterngröße von 6,5.

Die Hilfsmittel, sich hiervon zu überzeugen, waren außer den *Meteoriten* und der Himmelsmechanik hauptsächlich die *spektralanalytischen* Studien, die sich auf der von dem Engländer *W. Wollaston* im Jahre 1802 beschriebenen Entdeckung aufbaut, daß im Sonnenspektrum dunkle Linien (nämlich durch Absorption von Gasen) vorhanden sind. Die gleiche Entdeckung machte der Münchner *J. Fraunhofer* im Jahre 1814 unabhängig von seinem Vorgänger und verstand sie auch auszubauen, weshalb die Absorptionslinien mit Recht seinen Namen tragen. obzwar die heutige Spektralanalyse erst ein Kind des Jahres 1859 ist, in dem von *G. Kirchhoff* und *K. Bunsen* das *Kirchhoff*'sche *Gesetz* geschaffen wurde, das da lautet: Alle leuchtenden Gase können Licht gleicher Wellenlänge (also Farbe) emittieren, wie sie selbst absorbieren.

Von da ab entstand durch *Angström* (1868) der berühmte, bis 1900 vervollkommnete Atlas der Sonnenchemie, der dann das Vergleichsobjekt zu den anderen Sonnen des Weltenraumes wurde.

Daher weiß man heute mit Bestimmtheit, daß *Sirius* eine Sonne ist, in der Wasserstoff überwiegt, desgleichen die *Wega*, dagegen *Arktur* oder *Aldebaran* oder *Pollux* eine Metallsonne ist. Daher weiß man aber auch

mit Sicherheit, *daß das irdische Sonnensystem nur eines ist unter zahllosen, und daß seine Gesetze zugleich die der Welt sind.*

Damit ist ein gewisser Abschluß in unseren Erkenntnissen erreicht. Nicht darauf kommt es an, sich nebulosen Träumereien hinzugeben, wie oftmal auf den Trabanten ferner Sonnen sich die Lebenssituation der Erde verwirklichen mag, und ob es dann dort Plasmawesen mit ähnlichen Anpassungen gibt, sondern das Wichtigste ist, jetzt einmal den Begriff der Sonnenhaftigkeit, von dem die Erde nur eine Teilverwirklichung ist, in seinen Integrationseigenschaften scharf zu erfassen.

Das gelingt jetzt anders als im 2. Abschnitt (S. 82), als wir nur einen ersten Blick auf die soeben entdeckte Tatsache der Sondereigenschaften, die jeder Integrationsstufe zukommen, warfen. Mit guten Gründen kann man es verfechten, *daß die Weltkörper die Urheber der physikalischen Kräfte, vor allem der Elektrizität, damit des von ihr abhängigen Lichtes sind und jene Autonomie der Beweglichkeit, die den Elektronen bis zu den Molekülen eignet und die Quelle der Wärme ist, als Vertreter einer neuen Integrationsreihe höheren Ranges wiederholen, die sie auch befähigt zu „Atomen höheren Ranges", nämlich zu Sonnensystemen zusammenzutreten, aus denen sich Sterngruppen, quasi kosmische Moleküle und der „kosmische Körper", nämlich die Weltmaterie aufbaut, als die uns das materielle Weltall erscheinen muß.*

Was an jenem Orte versuchsweise ausgesprochen wurde, ist nun nach der großen kritischen Analyse, die wir vorgenommen haben, bis zur Wahrscheinlichkeit erhärtet und in vielen Einzelheiten klargestellt. Noch aber gehen den „Sonnensystemen" die höchsten Qualitäten ab, die der Welt die Dauer verbürgen, und das ist eine Einsicht, die man nicht scharf genug herausarbeiten kann.

Die Sonnensysteme sind weder absolut harmonisch noch stabil. Durch die Störungen ändern sich die Bahnen der Planeten ununterbrochen, und die Stellungen, die sie zueinander einnehmen, wiederholen sich nie.[70]) Außerdem ist der Raum, den die Planeten durcheilen, von Meteoriten, Gasen, Nebeln erfüllt, die alle die Geschwindigkeit vermindern, so daß alle Trabanten sich einst mit der Sonne, aus der sie hervorgegangen sind, auch wieder vereinigen müssen. Es liegt in dem Begriff des Teiles, daß das Sonnensystem nicht stbial ist. Sein Bau nähert (vgl. das *Goldschmidt*'sche *Gesetz)* die Harmonie nur an, ohne sie zu erreichen. Es hat nicht von Ewigkeit her bestanden, wird daher auch mit der Zeit vergehen.

Diese höchste und letzte Bestimmung der Dauer, welche auch die Entwicklung zum Kreis gestaltet, kommt vielmehr der Fixsternsystem-Welt als solcher zu. Das ist im Schluß des Entitätskapitels mit genügender Klarheit ausgeführt (S.81), daher dort nachzulesen. Dem Ganzen kommt sowohl die *Erhaltung der Materie* wie die der *Energie* zu, ihm auch jene Harmonie zwischen den Teilen, welche verbürgt, daß alle Änderungen zu Kreisläufen werden.

In eisig klare Fernen blickt hier des Denkers Auge. Das Denken reicht noch über die Sinne hinaus und verliert sich damit in Regionen des Unbeweisbaren. In dieselbe Dunkelheit, aus der das Phänomen der Integration aufstieg, verliert es sich auch wieder. Denn, daß in der höchsten aller Stufen (im *Bios*) das Weltphänomen keine andere spezifische Bestimmung mehr erhält als die des *Erlebnisses*, wodurch erst alles zum *Sein* gelangt, das biegt die Linie der Erkenntnisse um und verwandelt sie selbst in einen Kreis.

Mit einer ungeheuren Wucht belastet dieses Wissen die menschliche Seele. Wenn auch das Gemälde der Welt, das zu entwerfen ich hier bemüht war, nicht in allem den Wirklichkeiten entspricht, teils wegen meiner eigenen Unzulänglichkeit, teils wegen jener der menschlichen Forschung überhaupt, im *Wesen* kann es nicht unrichtig sein, und nur darauf kommt es an.

Das Wesentliche war, eine Einsicht zu gewinnen, *daß wirklich ein solcher Stufenbau von Seinsformen, wie er vorausgesetzt wurde, existiert, und daß durch die Organisierung jeder Stufe in Systemen jeder auch Eigenschaften zuwachsen, die keiner der tiefer stehenden Komponenten, ja nicht einmal den einzelnen Gliedern einer Stufe, für sich allein zukommen.* Dadurch entsteht auch eine Rangordnung von Eigenschaften des Seins, in der jeweils die höhere Qualität durch die ihr untergeordneten bedingt wird. Mag Forschung und Denken auch noch so sehr fortschreiten, im großen Ganzen wird sich dieser Stufenbau, dessen Vorhandensein sich jeder als eine elementare Eigenschaft des Weltenseins einprägen möge, nicht mehr ändern können. Wer sich einmal diesen neuen Weltblick erworben hat, der kann den Dingen, von den einfachsten Anforderungen seines Berufes bis zu den höchsten Idealen, die ihm vorschweben, nicht mehr so gegenüberstehen, wie er es tat, bevor dieses Werk in seine Hände geriet. Es hat nichts anderes in dem vorliegenden ersten Teil vollbracht als eine möglichst objektive Analyse des Begriffes vom Sein.

Und er ist schon damit zu einer Umwertung gelangt in der Rangordnung der lebensnotwendigen Erkenntnisse, die nicht ohne Einfluß auf das praktische Handeln bleiben kann.

Denn eine Welterkenntnis, die *Harmonie* als obersten Begriff in ihre Kategorientafel einsetzt, muß den Menschen zu anderen Zielen leiten als jene, denen die metaphysischen Begriffe der Vergangenheit voranleuchten.

Eine Welterkenntnis, die sich über die Unerkennbarkeit der Wirklichkeiten, der Wahrheit schlechthin klar geworden ist, wird nicht mehr dem Molochbild dieses Götzen dienen. *Ihr Endzweck heißt nicht das Unerkennbare, sondern das Mögliche. Nicht Wahrheit, sondern harmonisches Leben* ist ihr Leitstern.

Und dadurch überschreitet sie selbst die Stufe eines bloßen Erkenntnissystems, das bisher noch jede Philosophie gewesen ist, und erlebt an sich selbst die Macht des Integrationsgesetzes. Denn auf höherer Seinsstufe faßt sie Erkennen, Wollen und Leben zusammen zu etwas, das mit neuen Kräf-

ten in die Welt tritt als die *Lebenslehre der objektiven Philosophie.* Durch die Erkenntnis des Integrationsgesetzes hat das menschliche Ich die Möglichkeit, seine wahre Bedeutung im Weltganzen zu erkennen, damit seine Herkunft und sein Ziel. Das Allerwichtigste war damit gefunden: der Standpunkt des Ichs der Welt gegenüber.

Es hat sich gezeigt, daß es in unverbrüchliche Gesetze eingeordnet ist. Und so ist das Integrationsgesetz gewissermaßen der Boden, aus dem eines Tages die objektive, das ganze Weltall umfassende Form von *Religion* hervorwachsen wird.

Anmerkungen und Zusätze

22 (Zu S. 110.) Die Grundlage der Formel ist eine Wägeversuch, durch den sich herausstellt, daß man aus 2 g Eisen ungefähr 2,86 g Rost enthält. Das Eisen verhält sich also zum Sauerstoff im Rost wie 2/0,86. Nun hat Eisen das mit der Wage feststellbare Atomgewicht von 55,9 (d. h. immer wenn sich Eisen irgendwie verbindet, gehen 55,9 Teile in die Verbindung ein), Sauerstoff dagegen 16. Dieses Verhältnis ist also so darzustellen:

$$\frac{2 \times 55 \cdot 9}{0{,}86 \times 16 \cdot 0} = \frac{x}{y}$$

Oder wenn man die Rechnung vollzieht, dann ist x/y — 0,65. Nun arbeitet die Chemie nicht mathematisch exakt, sondern nur mit Annäherungsziffern; sie setzt also statt 0,65 ruhig $^2/_3$ und schreibt ihre Formel $\frac{2\,Fe}{3\,O}$ ausgedrückt in Fe_2O_3.

Die chemischen Formeln sind demnach nur Annäherungsformeln und nicht exakt. Schon die Atomgewichte sind nicht genau. So zeigt sich bei *Morley's* höchgt genauen Wägungen, daß das Atomgewicht von O eigentlich 15,879 beträgt. Die Chemie rechnet aber seelenruhig $16{,}^{00}$ und regelt nach den Oxyden alle anderen Gewichte. Dadurch haben ihre gesamten Formeln und Rezepte nur praktischen Wert.

Aus dieser Tatsache, welche sich die meisten Chemiker niemals klar gemacht haben, folgt, daß künstlich hergestellte Substanzen niemals das *Naturgesetz* ihres Baues verwirklichen, daher auch in den Eigenschaften nur annähernd und nicht identisch sein können. So mag es sich erklären, was die neuere Medizin immer energischer hervorhebt, daß dem künstlichen *Digitalin, Chinin* und anderen Medikamenten gewisse physiologische Wirkungen fehlen, die dem aus Pflanzen gewonnenen *Digitalissaft,* der *Chinarinde* usw. eignen.

Sobald man sich das mit allen Konsequenzen klar gemacht haben wird, muß eine Reform der chemotechnischen Methoden einsetzen, die sich überhaupt zu einer Revolution der Chemie auswachsen kann. Hier schlummern für Wissenschaft und Leben unausdenkbare Möglichkeiten. Vgl. Anm. 24.

23 (Zu S. 102, 110.) Es ist z. B. durch die Atomannahme unerklärlich, wieso durch Verbindung von Atomen geruchloser Substanzen Riechstoffe entstehen können oder durch die chemische Vereinigung von farblosen Stoffen gefärbte, wie der Chemiker zahllose Male feststellen kann. Auch ist der tiefgreifende Unterschied zwischen gelbem und rotem Phosphor durch die Atomhypothese nicht zu klären, ebenso wenig

die Differenzen zwischen Sauerstoff (O_2) und Ozon (O_3). In beiden Fällen bestehen energetische Unterschiede, die nicht durch Quantitätsrechnungen geklärt werden können.

24 (Zu S. 112). Allerdings trifft die *Avogadro*'sche Hypothese nur für ideale Gase und nicht für die Praxis zu; selbst für Wasserstoff (auf dessen Verhältnissen dann der ganze Turmbau der Chemie ruht) gibt es Abweichungen, wenn sie auch kaum meßbar sind; für Chlor betragen sie sogar $1^1/_2$%. Was in Anmerkung 22 ausführt wurde, gilt also auch hierfür.

25 (Zu S. 113). Das für die Wissenschaftsgeschichte bedeutsamste Beispiel isomerer Verbindungen sind Ammoniumcyanat und Harnstoff. $NH_4 \cdot CNO$ und $CO(NH_2)_2$. Wenn Ammoniumcyanat in wässeriger Lösung einige Zeit erwärmt wird, so tritt eine intramolekulare Umlagerung bei chemisch gleichem Bau ein, und nach Erkalten scheidet sich der Harnstoff in großen Prismen aus. Die beiden Verbindungen haben aber ganz verschiedene Eigenschaften.

26 (Zu S. 116). Immerhin nimmt *R. Zsigmondy*, einer der Begründer der Ultramikroskopie, an, daß die kleinsten der „*Amikronen*" in kolloidalen Lösungen, die auf indirektem Wege nachgewiesen werden können, vielleicht mit den Molekülen identisch sind. Tatsächlich hat die Ultramikroskopie in Verbindung mit der Kolloidchemie die von der kinetischen Gastheorie vorausgesetzte „Diskontinuität der Materie bei kolloidalen Lösungen" wirklich erwiesen und damit zum erstenmal die *Realität der Molekularwelt* nahezu evident gemacht. Vgl. *K. Zsigmondy* über Kolloidchemie (anorganische Kolloide). Leipzig 1907.

27 (Zu S. 120). Vgl. *O. Lehmann*, Die neue Welt der flüssigen Kristalle. 1911. S. 79 und *M. L. Frankenheim* in Pogendorffs Annalen 1854.

28 (Zu S. 127). Vgl. *Boltzmann*, Gastheorie I—II, Leipzig. 1895—1898.

29 (Zu S. 127). Unter *Vector* versteht die Physik eine gerade Strecke, welche eine bestimmte Länge, bestimmte Richtung und bestimmten *Richtungssinn* besitzt, und benutzt Vectoren zur Darstellung von Beschleunigungen, Summation und Analyse von Bewegungen.

30 (Zu S. 129). Vgl. hierzu: *L. Sohnke*, Entwicklung einer Theorie der Kristallstruktur. Leipzig 1879. — *W. Friedrich, P. Knipping* und *M. Laue* in Sitz. Ber. der bayer. Akademie der Wissenschaften München 1912. — *G. I. Moseley* und *C. G. Darwin*, The reflexion of the X. rays. (Philos. Magazin 1913.) — *O. Lehmann*, Molekularphysik I—II. Leipzig. 1889 — ferner auch *W. H. Bragg* und *W. L. Bragg*, The Structure of the diamond. (Roy. Soc. Proc. 1903).

31 (Zu S. 132). Vgl. *Tammann*, Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig. 1903.

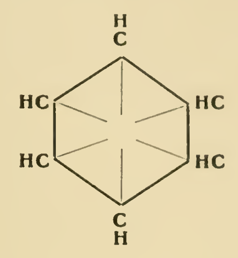
32 (Zu S. 134). *P. von Weimarn* (s. Kolloid-Zeitschrift seit 1907) sagt aus, daß die Teilchen der kolloiden Lösungen kristallinisch sind. Als Beweis beruft sie sich darauf, daß bei gewissen Konzentrationen der Lösungen die Niederschläge sehr zur Kristallbildung neigen, während bei niedrigeren die entstandenen Kristalle schließlich mikroskopisch klein und nicht mehr verfolgbar wurden, von da ab entstanden dann kolloidale Lösungen, so daß die Kontinuität von den kleinsten Kristallen zu den Ultra- und Amikronen gegeben ist. Diese haben aber die Fähigkeit, in Berührung mit ihrem Dispersionsmittel zu mikrokristallinischen Bildungen zu erstarren. Auch die Farbenzerstreuung im ultramikroskopischen Bilde kolloidaler Lösungen stimmt mit der von Kristallen überein.

Bewahrheitet sich das, dann ist die Kristallgesetzlichkeit, also die Existenz molekularer Richtkräfte in der ganzen Materie erwiesen, wozu die Einheit des Denkens an und für sich drängt.

33 (Zu S. 134, 135). *Cornu* fand Gele unter den Hydroxyden (der Opal ist ein solches), Phosphaten, Arseniaten, Antimoniaten, Silikaten und allen ihren Verwitte-

rungsprodukten unter den Elementen: Schwefel, Gold, Silber, Kohle (Anthrazit), Sulfiden, Haloidsalzen u. a. („Kolloidchemie und Mineralogie“ 1909.)

34 (Zu S. 139). Für die Sache ist es ohne Bedeutung, daß *Bayer* später die *Kekulé*'sche Formel in ein „zentrisches Symbol“



umänderte, um dadurch zum Ausdruck zu bringen, daß die 6 Valenzen, welche gegen die Mitte des Kerns gerichtet sind, sich in einem Zustand der „Absättigung“ befinden und zusammen das System in seinem Bestand erhalten. Vgl. *I. H. van t'Hoff*, Vorlesungen über theoretische und praktische Chemie. Braunschweig. 1900. — *A. Werner*, Neuere Anschauungen auf dem Gebiet der anorganischen Chemie. — Braunschweig. 1913.

35 (Zu S. 144). *Mendelejeff* machte schon 1871 auf die Lücke aufmerksam, die damals im System zwischen *Calzium* und *Titan* bestand, bestimmte das fehlende, hypothetisch *Ekabor* (Sanskrit = eka = eins) benannte Element, das 1879 von *Nilson* wirklich entdeckt wurde. Es ist das heutige *Scandium*. Das gleiche ereignete sich mit einer Lücke zwischen *Zink* und *Arsen*, die 1875 mit dem *Gallium*, 1888 mit dem *Geranium* ausgefüllt wurde. Noch unentdeckt ist das *Mendelejeff*'sche *Ekamangan*, *Ekajod* und *Ekaantimon*. In der Tabelle sind übrigens viele seltene Elemente wie *Praseodyn*, *Holmium*, *Thullium*, *Lutetium*, *Samarium* u. a. weggelassen; auch darf nicht vergessen werden, daß der Wasserstoff sich der Tabelle nicht fügt, auch sonst verschiedene untergeordnete Punkte noch unklar sind.

36 (Zu S. 146). Man hat bisher 87 Elementtypen festgestellt, deren jedem ein charakteristisches Röntgenspektrum entspricht. Darnach gibt es offenbar noch mehr Elemente, als bis jetzt entdeckt sind. Die Repräsentanten der Ordnungszahlen 43, 61, 75, 85 und 87 sind noch festzustellen. Ordnet man nämlich die Elemente nach wachsender Frequenz der analogen Linien ihrer Röntgenspektra, dann erhält man eine Ordnung, die sich mit der im periodischen System deckt, und deren Zahlen auch mit den Ordnungszahlen der positiven Kernladung der Atome korrespondieren.

Aus dieser ganzen Einheit der Beziehungen läßt sich der Satz ableiten: Die Eigenschaften der Elemente sind periodische Funktionen der Kernladung ihrer Atome.

Eine Uebersicht der Ordnungszahlen der wichtigsten Elemente gewährt die nachstehende Tabelle. (Vgl. *K. Fajans*, Radioaktivität und die neueste Entwicklung der Lehre von den chemischen Elementen. 2. Aufl. Braunschweig 1920. Auch *A. Sommerfeld*, Atombau und Spektrallinien. 1920.)

Nach den neuesten Untersuchungen des englischen Physikers Moseley ist die Schwingungszahl der Röntgenspektra der Elemente mit der Quadratwurzel von deren Serienzahl proportional. Darnach ist es wahrscheinlich, daß es nicht mehr als 92 Elemente in Wirklichkeit gibt.

Ordn.-Zahl	Elementen-Type	O.-Z.	E.-T.	O.-Z.	E.-T.	O.-Z.	E.-T.
1	Wasserst. s. g. 1	18	Argan	81	Thalium mit	85	noch unentd.
2	Helium	19	Kalium		3 Isotopen	86	Emanation von
3	Lithium	20	Kalzium		[Actin. C'' —		Actinium,
4	Beryllium	21	Scandium		Thorium C'',		Thorium u.
5	Bor	22	Titan		Radium C'']		Radium
6	Kohlenstoff	26	Eisen	82	Blei mit 6 Iso-	87	noch unentd.
7	Stickstoff	28	Nickel		topen	88	Radium mit
8	Sauerstoff	29	Kupfer		[Radium G,		einer 4glied-
9	Flour	30	Zink		Thorblei,		rigen Plejade
10	Neon mit der	31	Gallium		Radium D,	89	Actinium
	Isotope:	32	Germanium		Actinium B,		Isot.: Meso-
	Metaneon	33	Arsen		Thorium B,		thorium 2
11	Natrium	47	Silber		Radium B]	90	Thorium mit
12	Magnesium	50	Zinn	83	Wismut mit der		5 Isotopen
13	Aluminium	53	Jod		Plejade:	91	Protactinium
14	Silicium	56	Barium		Radium E,		mit Uran x2
15	Phosphor	78	Platin		Actinium C,	92	Uran m. Uran II
16	Schwefel	79	Gold		Thorium C,		[A. G. 238,2]
17	Chlor mit noch	80	Quecksilber		Radium C.		
	nicht benannt.			84	Polonium mit		
	Plejadenglied				6 Isotopen		

37 (Zu S. 147). Es wäre aber trotzdem falsch, Verbrennung nur dem Sauerstoff zuzuschreiben. Er ist nur der gemeinbekannte Erreger solcher molekularer Bewegungen, aber auch bei anderen „chemischen Vereinigungen" tritt Wärme auf, bei der von Eisen und Schwefel auch Licht. Es gibt also „Verbrennung" auch fern vom Sauerstoff.

38 (Zu S. 150). Im besonderen sind es die *Azotobacter-* und *Clostridiumarten*, außerdem die *Knöllchenpilze der Leguminosen*, ferner *Spaltalgen (Chroococcaceen* und *Oscillatorien)*, Faden- und Schimmelpilze (dazu auch die *Mykorrhiza)*, *Grünalgen* und *Bacillariaceen* des Edaphóns, die sich an der Stickstoffassimilation beteiligen. Ausführliches s. *R. Francé*, Das Edaphon. Studien über bodenbewohnende Mikroorganismen. 2. Aufl. Stuttgart. 1921.

39 (Zu S. 154). Nach der Skala von *Beaufort*, in der Windstille mit O, der Orkan mit 12 gemessen wird, nimmt man Stärke 1 (sehr leichter Wind etwa 0,5 m) an, wenn der Rauch ein wenig zur Seite getrieben wird.

Bei Stärke 2 (bis 4 m) = leichter Wind, ist er eben fühlbar
„ „ 3 („ 5 m) = schwacher Wind, bewegt er die Blätter der Bäume
„ „ 4 („ 7 m) = mäßiger Wind, bewegt er kleinere Sträucher u. Zweige
„ „ 5 („ 8 m) = frischer Wind, bewegt er größere Zweige u. Sträucher
„ „ 6 („ 12 m) = starker Wind, bewegt er große Zweige und ist hörbar
„ „ 7 („ 14 m) = steife Brise bewegt schw. Stämme u. erz. Wellenkämme
„ „ 8 („ 18 m) = stürmischer Wind bew. starke Bäume u. hind. d. Gehen
„ „ 9 („ 20 m) = Sturm bricht Zweige ab und hebt Dachziegel heraus
„ „ 10 („ 30 m) = voller Sturm bricht mittelgroße Bäume um
„ „ 11 („ 40 m) = schwerer Sturm entwurzelt alte Bäume
„ „ 12 („ 50 m) = Orkan übt allgemein verheerende Wirkung.

Wegen der größeren Reibung zu Lande kommt Stärke 11 und 12 fast nur auf dem Meere zur Entfaltung. Vgl. *M. Hollmann*, Wetterkunde. Berlin.

40 (Zu S. 156). Das quantitative Verhältnis dieser Gase zueinander kann man sich am besten in folgendem Bilde anschaulich machen (nach *Graham*): Wenn die „Luftelemente“ gesondert und übereinander gelagert wären, dann kämen kaum einige Zentimeter Wasserstoff und Edelgase außer Argon, dann darüber 4 m Kohlendioxyd, 54 m Argon, 16 000 m Sauerstoff und darüber 64 000 m Stickstoff. Dies gilt natürlich nur für die Troposphaere.

41 (Zu S. 158). In größeren Seen, die aus mehreren Zuflüssen gespeist werden, daher das Auslaugungsprodukt einer mannigfaltigen Gesteinsmasse darstellen, ist stets eine ziemlich gleichartige Mischung von Salzen vorhanden, namentlich *Chloride* und *Sulfate* der *Leichtmetalle*. Im Meer (z. B. *Nordsee*, deren Salzgehalt 3,3% beträgt), ist das Verhältnis das folgende:

Kochsalz	78% der Salzmenge
Chlorkalium	2%
Chlormagnesium	9%
Kalksulfat	4%
Magnesiumsulfat	7%

42 (Zu S. 161).

Landnahe *(litorale)* Ablagerungen bedecken	9,1% das sind	33,0 Mill. km²
Batyale Ablagerungen (*Schlick* aller Art) bedecken	15,4% das sind	55,7 „ „
Abyssische, pelagische Ablagerungen bedecken	75,5% das sind	272,7 „ „
von insgesamt	100,0% das sind	361,4 „ „

des Meeresbodens, denen nur rund 135,5 Millionen Land, also nur ¹/₃ gegenüberstehen.

Die ausschlaggebenden pelagischen Ablagerungen gliedern sich in:

130,3 Mill. km², die mit rotem Tiefseeton bedeckt sind,
105,6 „ „ , die mit Globigerinenschlamm bedeckt sind,
23,2 „ „ , die mit Diatomeenschlamm bedeckt sind,
12,2 „ „ , die mit Radiolarienschlamm bedeckt sind,
1,4 „ „ , die mit Pteropoden (Flügelschnecken)-Schlamm bedeckt sind.

Vgl. dazu *O. Krümmels* Ozeanographie.

Von den *Schlickablagerungen* umfaßt der blaue Schlick, der das letzte Abschlämmungsprodukt der Kontinente ist, immer noch 36 Millionen Quadratkilometer. Er bildet überall die Umrahmung der Kontinente als *blauer Ton* und liefert die besten *plastischen Tone* und *Tegel* den Gewerben. In seinen tieferen Schichten wird er durch den Druck zum *Schieferton* und dann zum *Tonschiefer*, der auch in den ältesten Meeressedimenten (auch als *Tonglimmerschiefer)* vorkommt. Vgl. u. a. *F. Frech*, Aus der Vorzeit der Erde. IV. Die Arbeit des Ozeans. Leipzig. 1909.

43 (Zu S. 165). Die wichtigsten kalkbildenden Tiere sind nicht die *Korallen*, wie Gemeinwissen erwarten würde, sondern die *Geisselzellengruppe* der *Coccolithoporiden*, die erst vor wenigen Jahrzehnten entdeckt worden ist und in kolossalen Mengen ihre Vertreter im marinen *Nannoplankton* schweben hat. Dann folgt die *Radiolarienfamilie* der *Globigerinen*, und dann kommen erst in weitem Abstand die übrigen Kalktiere.

44 (Zu S. 170). Diese *„symmikten Kalke“*, deren Herkunft auf *Coccolithoporiden* und *Globigerinen*, auch Kalkalgen zurückgeführt wird, und die erhebliche Teile der *Kalkalpen*, so im *Adamellogebiet*, den *Salzburger-Berchtesgadener* Kalkbergen, im *Sella-* und *Schlerngebiet*, im *Wetterstein-Karwendel (Wettersteinkalk* und *Hauptdolomit)*, bilden, wurden erst in neuerer Zeit von *Salomon* so gedeutet. Vgl. *Salomon*, Das Adamellogebiet.

45 (Zu S. 175). Bei 50° beträgt die Dampftension 92 mm, bei 70° 233,3 mm, bei 90° bereits 525,5 mm und bei 100° 760 mm. Aber bereits bei 121° ist der Dampfdruck gleich 2 Atmosphären (dem doppelten Druck der Luftsäule), bei 180° 10 Atmosphären.

46 (Zu S. 182). Herkömmlicher Weise unterscheidet man 5 Ozeane: den Großen (Pacific) mit 177 Mill. km², den Atlantischen (Atlantic) mit 102 Mill. km², den Indischen (Indic) mit 74 Mill. km², das nördliche (Arctic) mit 15 Mill. km² und das südliche Eismeer (Antarctic) mit 14 Mill. km².

47 (Zu S. 188). Es gibt derzeit an 600 bekannte Mineralienarten, die sich zu folgenden ihrer Bildungszeit nach angeordneten 38 Gesteinsarten zusammensetzen: Urgneis, Granulit, Quarzit, Kristalline Schiefer, Diorit, Granit, Phyllit, Tonschiefer, Grauwacke, Muschelkalk, Wetterstein-Kalk, Hauptdolomit, Marmor, Steinkohle, Sandstein, Porphyr, Kupferschiefer, Mergel, Gips, Hornstein, Gips, Steinsalz, Schreibkreide, Melaphyr, Gabbro, Diabas, Grünstein, Syenit, Basalt, Breccie, Braunkohle, Trachyt, Phonolith, Lehm, Löß, Kies, Tuff, Nagelfluh, Torf, Lava, wobei gewisse Varianten (Kristalline Schiefer, Gneis, Phyllit u. a. m.) und Uebergänge mehr oder minder willkürlich gefaßt sind.

48 (Zu S. 189). Man unterscheidet derzeit folgende geologische Formationen:
Archæisches Zeitalter (Primärformation) mit Urgneis, Urschiefer, Kristallinen Schiefern und ohne erhaltene Versteinerungen;

Palæozoisches Zeitalter (Altertum der Erde)
1. Algonkium (Prækambrium) mit Graniten, Tonschiefer,
2. Kambrium }
3. Silur } mit Grauwacke, Tonschiefer, Devonkalken,
4. Devon } Urkalk, Syenite, Diorite, Grünstein, Granulit,
5. Karbon — Steinkohle,
6. Perm (Dyas) mit Tonschiefer, Syenit, Gabbro, Serpentin,
   a) Rotliegendes } Sandstein, Porphyr, Kupferschiefer, Kalke,
   b) Zechstein } Steinsalz, lakkolithartige Granitmassen (Abb. 72);

Mesozoisches Zeitalter (Mittelalter der Erde)
7. Trias a) Buntsandstein mit roten Sandsteinen,
   b) Muschelkalk mit Kalken (Dolomiten),
   c) Keuper, Sandsteine, Kalke, Mergel,
8. Jura (mit Lias, Dogger u. Malm) mit Kalken, Mergeln u. Schiefertonen,
9. Kreide mit Sandsteinen, Grünsanden, Mergeln, Kalke, Kohlenflötze;

Kaenozoisches Zeitalter (Neuzeit der Erde)
10. Tertiär mit seinen fünf Unterabteilungen, und das sind:
    Palæocæn, Eocæn, Oligocæn, Miocæn, Pliocæn mit Schottern, Braunkohlen, Tonen, Sanden, Kalken,
11. Geologische Gegenwart (Quartär) mit Diluvium und Alluvium, Sande, Torf, Schotter, Tone, Kalke.

49 (Zu S. 191). Die wichtigsten Ergußgesteine sind der *Quarzporphyr*, der z. B. in *Südtirol* (Bozener Platte) ganze Landschaften bildet und aus Quarz und Orthoklas mit eingesprengtem Glimmer, Magnetit, Hornblende usw. besteht. Ferner *Diabas* oder *Grünstein* (aus Plagioklas, Augit mit Magnetit, Olivin usw.), *Melaphyr* (Plagioklas, Augit, *Trachyt* (aus Orthoklas mit Hornblende, Augit, Biotit), *Phonolith* oder *Klingstein* (z. B. der *Hohentwlel* im Hegau aus Nephelin, mit Feldspaten, Magnetit usw.), der *Andesit* (ein reines Feldspatgestein mit Biotit, Apatit, Olivin), der *Basalt*, in dem sich alle genannten Mineralien mengen, und die *vulkanischen Gläser* (Obsidiane, Bimssteine, die mit Wasser zu Tuff erhärten).

50 (Zu S. 191). Die wichtigsten Tiefengesteine sind *Granit*, der aus Orthoklas, Quarz und Glimmer mit beigemengten Plagioklas, Hornblende, Turmalin, Magneteisen und Titanit zusammengesetzt ist (es gibt aber auch *Granitporphyr)*, *Syenit* aus Orthoklas und Hornblende mit ähnlichen Beimengungen wie der Granit, Diorit (auch *Porphyrit* und *Tonalit* mit viel Quarz) aus Plagioklas und Hornblende mit Glimmer, Augit u. a. und der grobkörnige *Gabbro* aus Plagioklas und Diallag mit Olivin und Magnetit.

51 (Zu S. 198). Im besonderen wird das Pacific-Becken von solchen Gräben flankiert, von denen der Aleutengraben 7383 m tief ist, der Japangraben (Tuskaroatiefe) 8513 m, der Liukiugraben 7461 m, der Guamgraben 9636 m, der Yapgraben 7538 m, der Palaugraben 8138 m, der Philippinengraben 8900 m, der Tongagraben in 2500 km Länge (!) 8184 m und der Kermadecgraben 9427 m. (*A. Sieberg*, Der Erdball. Eßlingen. 1912.)

52 (Zu S. 205). Näheres über diese von *Reinke*, *Rodewald* u. a. ausgeführten Analysen des Protoplasmas s. mein Werk: Das Leben der Pflanze. 2. Auflage. Stuttgart 1921, in Band II. Vgl. hierzu auch *A. Gautier*, Die Chemie der lebenden Zelle. Wien. 1897.

53 (Zu S. 206). Dieses Problem der plasmatischen Strukturen, von mir in mehr als zehnjähriger Arbeit verfolgt, ist heute immer noch nicht definitiv gelöst. In Gefolgschaft meines einstigen Lehrers *G. Entz* ist es uns nur gelungen, vorläufig die wissenschaftliche Welt von der Metabolie des Plasmas zu überzeugen. Woran es aber noch vollkommen fehlt, das ist die *Biomechanik der Zelle*, die Durchführung des Gesetzes von der funktionellen Anpassung im Rahmen der plasmatischen Strukturen. Wer hier zum erstenmal den Nachweis erbringt, daß physiologische Funktion (Geißelbewegung, Chromosomenwanderungen, Speicherung, Sekretion, Reizleitung, Kontraktilität) in ursächlichem Zusammenhang mit den fibrillären, alveolären und granulären Formgestaltungen des Plasmas stehen — und dieser Nachweis ist leicht zu bringen — der wird der so notwendigen Anatomie und Histologie der Zelle die Bahn brechen. Vgl. hierzu *R. Francé*, Beiträge zur Morphologie des Scenedesmus. (Acta Musaei hist. nat. Budapest 1892.) — *G. Entz*, Die elastischen und kontraktilen Elemente der Vorticellinen. (Sitz. Ber. d. ung. Akademie d. Wiss. 1891.) — *Gurwitsch*, Morphologie u. Biologie der Zelle. Leipzig. 1905. — *O. Bütschli*, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig. 1892.

54 (Zu S. 207). Dies ist der wesentliche Inhalt der *psychiobiologischen Lebensauffassung*, die ich vor 15 Jahren in Gemeinschaft mit *A. Pauly* und *A. Wagner* begründete und seitdem in zahlreichen Werken näher ausgeführt und vertreten habe. In diesen 15 Jahren sind mir gut an 150 wissenschaftliche Kritiker entgegengetreten, von denen aber keiner weder die plasmatische Basis der menschlichen Urteilskraft (Urteil als Funktion der aus Plasma bestehenden Nervenzellen) noch die Notwendigkeit wählender und entscheidender Funktionen im Lebensvorgang in Abrede stellen konnte. Das ist auch die Ursache, warum die Psychobiologie eine große Zahl der maßgeblichsten Forscher und mehr noch der Denker gewonnen hat, so daß *Tr. K. Oesterreich* (Das Weltbild der Gegenwart 1921) sagen konnte, die Mehrzahl der Biologen sei heute vitalistisch gesinnt. Vgl. *R. Francé*, Das Leben der Pflanze. Stuttgart. 2. Aufl. 1921. Bd. I—II. — Der heutige Stand der Darwinschen Fragen. 2. Aufl. Leipzig. 1907. — *A. Pauly*, Darwinismus und Lamarckismus. München. 1904 — *A. Wagner*, Geschichte des Lamarckismus. Stuttgart. 1909. Auch die Zeitschrift f. d. Ausbau der Entwicklungslehre (Archiv für Psychobiologie). Bd. I—III.

55 (Zu S. 208). Folgende zwei Übersichten geben ein anschauliches Bild über das Verhältnis zwischen den ausgestorbenen und noch lebenden Tier- und Pflanzenformen.

I. Pflanzen

Algen	Pilze	Bryophyten	Pteridophyten	Gymnosperm.	Angiospermen
fast keine Gruppe ausgestorben	keine Gruppe ausgestorben	keine nennenswerte Gruppe ausgestorben	Equisetaceen Farne Bärlappe Wasserfarne	Palmen Pinaceen Cycadeen	Neuzeitliche Formen erst seit der Kreidezeit vorhanden
† Siphoneen	† Reste kaum bekannt	† keine Reste gefunden	† Lepidodendr. † Calamiarien † Sigillarien † Sphenophyllaceen	† viele Gingkyoaceen † Cycadeen † Cordaïtaceen † Benettiaceen	

II. Tiere

Protozoa	Coelenterata	Echinodermata	Würmer
Rhizopoda Mastigophora Sporozoa Ciliata	Schwämme Rippenquallen Korallen Polypen Medusen	Seeigel Seesterne Seewalzen	Rädertiere Plattwürmer Ringelwürmer Rundwürmer
† Nummuliten	† Schwämme † Korallen	† Seeigel † Seesterne † Seelilien [Crinoideen]	† Rundwürmer † Graptolithen

Mollusken	Tunikaten	Arthropoden	Wirbeltiere
Schnecken Muscheln Tintenfische	Seescheiden Appendicularien	Krebstiere Spinnen Myriopoden Insekten Protracheaten	alle Gruppen noch vorhanden
† Ammoniten † Brachiopoden † Schnecken † Muscheln † Belemniten		† Spinnentiere † Myriopoden † Krebstiere [bes. Trilobiten] † Insekten	† Saurier † Riesensäugetiere † Panzerfische † Riesenvögel † viele Beutler

56 (Zu S. 218). Der Begriff des *Coenobiums* wurde in der Algenkunde geschaffen zur Bezeichnung der Tatsache, daß gewisse einzellige Algen mit Vorliebe nach der Zellteilung nicht auseinanderweichen und sich zerstreuen, sondern in einem mehr oder minder lockeren Verband gemeinsam gewissermaßen als Familie (Kolonie, Sippe) das Leben fortsetzen. (Beispiele: *Scenedesmus, Coelastrum, Pediastrum).* Das gemeinbekannte Beispiel hierfür ist der *Volvox*, an dem sich aber schon die ersten Spuren der Integration zeigen. Einesteils als Koordination der Bewegungen, denn die 40 000 Geißeln einer großen Kolonie schlagen in wohlabgestuftem Rhythmus durchaus korrekt, so daß daraus eine gemeinschaftlich geforderte einheitliche Bewegung resultiert. Andernteils durch Ausbildung eines Sinnespoles und eines nur der Fortpflanzung dienenden Geschlechtspoles an der Kugel. Vom Coenobium aus gibt es Übergänge zu wirklichen Gewebe- und damit Organismenbildung, die sich

auch im Tierreich finden. Die Ketten der *Sporozoen*, sogar noch die der wahren Gewebebildung entbehrenden einfachsten *Spongiarien* sind solche Übergangsformen. Vgl. *Janet*, Le volvox. Paris.

57 (Zu S. 218). Vgl. *L. William Stern*, Person und Sache. I. Leipzig. 1906. Namentlich die Auffassung Sterns, daß das Prinzip der Person weder auf die psychische noch auf die physische Seite der Welt beschränkt sei, gestaltet sein Werk zu einem Vorläufer der O. P., umsomehr als auch ihm die Aufgabe des Denkens als Feststellen der Relationen zwischen und innerhalb der Personaleinheiten erscheint. Dagegen sind ihm weder das Integrationsgesetz in seiner ganzen Bedeutung noch eines der anderen großen Seinsgesetze in ihrem Zusammenhang aufgegangen, in welcher Hinsicht *Swedenborgs* Lehre von den Kategorien und den Stufen, übrigens ein Gedanke, der seit den Neuplatonikern nicht aus der Welt verschwunden ist (daher auch in der christlichen Philosophie steckt), mehr von den Wirklichkeiten des Seins erfaßt hat.

58 (Zu S. 222). Das *Serumalbumin* gilt schon für einen der einfachsten Eiweißkörper, trotzdem sein Molekulargewicht 10,166 beträgt (man glaubt seine Moleküle seien 2,3—2,5 μμ groß) und seine Formel lautet: $C_{450}H_{720}N_{116}S_{6}O_{140}$. *Nägeli* hat einen sehr plastischen Ausdruck geprägt, wenn er sagte, die Eiweißkörper des Plasmas enthielten ein System von mehr Atomen als das mit freiem Auge sichtbare System des Sternenhimmels an Weltkörpern.

Der Prozentgehalt der wichtigsten menschlichen Organe und Pflanzenteile an den sie zusammensetzenden Elementen beträgt:

	Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
für Muskulatur	77, %	11,73%	1,71%	3,04%	5,47%
für Gehirnsubstanz	77,9 %	12,62%	1,93%	1,37%	4,41%
für Leber	69,60%	15,88%	2,25%	3,09%	7,79%
für Nieren	83,45%	8,73%	1,29%	1,93%	3,80%
Pflanzenblätter (getrock.)		38,1 %	5,1 %	4,5 %	30,8 %
Weizenkörner (getrock.)		46,1 %	5,8 %	2,3 %	43,4 %
Kartoffeln (getrock.)		44,0 %	5,8 %	1,5 %	44,7 %

Die Analyse der Plasmodien des Schleimpilzes *Fuligo varians* ergab nach Abzug von 27% der Trockensubstanz an Calziumkarbonat:

40 % phosphorhaltige Eiweißkörper
15 % phosphorfreie Eiweißkörper
1,5% Aminosäuren
12 % Fette
0,3% Lecithin
2 % Cholesterin
12 % Kohlehydrate
1,5% Harz
0,5% Calziumformit, -acetat und -oxalat.
6,5% Kali -und andere Salze, Phosphorsäure
6,5% Unbestimmte Stoffe.

(Vgl. *B. Lidforss*, Protoplasma in: Allgemeine Biologie. Leipzig, 8⁰. 1915. Vgl. auch: *Cohnheim*, Die Eiweißkörper. 1911 und *Abderhalden*, Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1909.)

59 (Zu S. 225). Aus der großen Literatur hierüber sei nur auf die Werke: *Methner*, Organismen und Staaten. Jena. 1904 — *G. Ratzenhofer*, Soziologische Erkenntnis. Leipzig. 1897 — *O. Ammon*, Die Gesellschaftsordnung und ihre natürlichen Grundlagen. 1895 — hingewiesen, die alle mehr oder minder auf dem grundlegenden Lebenswerk von *A. Comte* und *H. Spencers* Grundlagen der Philosophie fußen. Selbständiger und mehr der O. P. angenähert sind *I. Unolds* trefflich organische und soziale Naturgesetze. Leipzig. 1910.

60 (Zu S. 226). *G. Fechners* Zend Avesta (oder über die Dinge des Himmels. und des Jenseits. Leipzig. 1851) geht in seiner mythologisierenden Vorstellungsweise davon aus, daß, da keine tote Mutter gebären könne, auch die so viel Leben hervorbringende Erde nicht tot sein könne. Er malt sich dies in naiver, künstlerischer Form aus. Die Erde denke, fühle und handle durch Menschen, Tiere und Pflanzen. Die Atmosphäre sei die Erdlunge. „Ein ... höherer Geist ... schwebt über allen Menschen, der um all ihr Empfinden, Fühlen, Denken, Wollen, Wissen zugleich weiß; der Menschengeist schwebt über niederen Sinnen, der Geist der Erde über Menschengeistern, der Geist Gottes über den Geistern aller Gestirne."

Hier ist also eine unklare Vorahnung des Integrationsgesetzes ausgesprochen, die übrigens als uralte arische Lehre und Grundlage eines „deutschen Christentums" angesprochen wird.

61 (Zu S. 228). Die betreffenden Zahlangaben lauten:

Erdteile	Flächeninhalt in Millionen km	Mittlere Höhe m	Meere	Gesamtfläche in Millionen km	Mittlere Tiefe
Europa	10	300	Weltmeer ... alle Meere zusamm.	360	3700
Asien	44	940			
Afrika	30	680	Großer Ozean.	172	4100
Australien ...	9	360	Atlant. Ozean .	106	3800
Nordamerika	20	730			
Südamerika .	18	580	Indisch. Ozean	83	3900
Antarktis ...	?	3-4000 [?)			

62 (Zu S. 230). Dies ist ausgedrückt im *isostatischen Gleichgewichtsgesetz* des amerikanischen Geologen *Cl. E. Dutton*, der aus Beobachtungen und Erwägungen die Ansicht ableitete, daß die Einzelschollen der Erdrinde auf einer nachgiebigen Unterlage wie auf einer schweren Flüssigkeit unter Erhaltung des hydrostatischen Gleichgewichts schwimmen, wodurch die spezifisch schwereren Schollen (also Gebirge) stets sinken, die leichten (Meeresbecken) steigen, was man übrigens neuerdings auch zur Erklärung der Mondkonfiguration herangezogen hat.

63 (Zu S. 238). Die Keplerschen Gesetze (1618) lauten: 1. Die vom Erdradius beschriebene Fläche ist in gleichen Zeiten gleich groß. 2. Die Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. 3. Die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Würfel ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne. Die Hauptquellenwerke der Himmelsmechanik sind: *I. Newton*, Philosophiae naturalis principia mathematica, London 1687. Deutsch von Wolfers. Berlin 1872 — *N. Copernicus*, De Revolutionibus Orbium coelestium. Neu herausgegeben Thorn 1873 — *C. F. Gauß*, Theoria motus corporum coelestium. 1809. (Deutsch Gotha 1877) — *P. S. Laplace*, Mécanique céleste. Paris 1799—1825.

64 (Zu S. 245). Die Fluthöhe beträgt in Binnenmeeren z. B. bei *Genua* nur 24 cm, bei Malta 12 cm, bei geeigneter geographischer Situation steigen sie allerdings auch hier auf 63 cm *(Triest)*, in der kleinen *Syrte* an der afrikanischen Küste sogar auf 2 m. (Die gefürchtete *Charybdis* der Antike ist ein Gezeitenstrom in der engen Straße von *Messina*.) Als *Flutbrandung* rauscht die Flutwelle in den großen Strömen der Erde sogar verheerend dahin, so im *Amazonas*, der danach „Bootzerstörer" heißen soll, 5—6 m hoch, oder in *China* in der Bucht von Hang-tschou-fu sogar bis 10 m hoch. Bei *Dover* dagegen ist die Höhe der *tides* 6 m, bei den Normannischen Inseln sogar 12 m. Vgl. *Maury*, Ozeanographie. Francé'sche Ausgabe. Leipzig. — *A. Pahde*, Meereskunde. Leipzig 1914.

65 (Zu S. 250). Die magnetische Kraft der Erde wurde von *Gauß* auf die Energie von 846,4 Millionen pfundschwerer Magnetstäbe berechnet. Sie kommt der Erde als Ganzes (eiserner Erdkern!) offenbar nur unter dem Einfluß der Sonne zu, von der also aller Magnetismus ausgeht. Näheres über die Sonneneigenschaften s. *I. Bosler*, Les théories modernes du soleil. Paris. 1910 — *Sv. Arrhenius*, Lehrbuch der kosmischen Physik. Leipzig. 1903 — *E. Pringsheim*, Physik der Sonne. Berlin. 1910.

66 (Zu S. 252). Herkömmlicher Weise heißen auf dem Mond die helleren Teile Länder *(Terrae)*, die dunkleren Meere *(Maria)*, von denen die ersten als Hochflächen von schlackenartiger Beschaffenheit erscheinen, auf denen Tausende lochartige Ringwälle sich erheben, die mit 6—8000 m (der Berg *Curtius* mit 8840 m der höchste) Randhöhe alles Irdische übertreffen. Nur einzelne Berge, wie der *Copernikus*, erinnern an die Vulkane der Erde. Die kleineren Ringe nennt man Krater mit Lavakuppen, für die es auf Erden Gegenstücke in den Vulkanen der Insel *Réunion* usw. gibt. Große Krater, namentlich *Tycho*, *Kepler*, *Aristarch* haben *Strahlenkränze* (bis Tausende von Kilometern lang) von unbekannter Bedeutung (Schnee, Gaswolken, Aschengräben u. dgl.). An tausend *Selenoklasen* bezeugen die Tatsache von Brüchen und Verwerfungen, wenn der Mond auch im Geologischen nur als die Mumie eines Embryos betrachtet wird. Vgl. *I. N. Krieger* und *R. Konig*, Mondatlas. Triest-Wien. 1912 — *M. Loewy* und *P. Puiseaux*, Atlas photographique de la Lune. 1910 — *Nasmyt* und *Carpenter*, The Moon. (Deutsch 1906) — *I. Lützeler*, Der Mond als Gestirn und Welt. Köln. 1906.

67 (Zu S. 253). Diese 26 Monde verteilen sich wie folgt: Die Erde hat nur einen Begleiter, Mars besitzt die winzigen Monde Phobos und Daimos, Jupiter hat 8 (Jo, Europa, Ganymedes und Kallisto und 4 unbenannte), Saturn hat 10 (Mimas, Euceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Japetus, Phoebe und Themis), Uranus besitzt 4 Monde (Ariel, Umbriel, Titania und Oberon), Neptun dagegen nur einen. Venus und Merkur haben keinen Mond.

68 (Zu S. 254). Ein Mittel um die Natur des Zodiakallichtes wünschenswert zu klären, wären darauf gerichtete Beobachtungen, ob dieser Schein im Laufe der Zeit Bewegungen, die auf Rotation deuten, ausführt.

69 (Zu S. 257). Man teilt die Kometen ein in periodische (s. Tabelle), deren Bahnen rechnerisch verfolgbar sind, und nicht periodische mit zum Teil parabolischen, durch die Störungen der Planeten (Jupiter!) sogar hyperbolisch abgeänderten Bahnen.

Die bekanntesten der periodischen Kometen sind:

Der Encke'sche Komet mit 3,30 Jahren Umlaufszeit
Der Perrine'sche Komet mit 6,44 Jahren Umlaufszeit
Der Biela'sche Komet mit 6,62 Jahren Umlaufszeit
Der Olbers'sche Komet mit 72,6 Jahren Umlaufszeit
Der Halley'sche Komet mit 76,3 Jahren Umlaufszeit

Die nächsten auffälligeren Kometenerscheinungen sind der Encke'sche im Jahr 1921, der Perrine'sche im Jahr 1922, der Tuttle'sche im Jahr 1926 u. s. f.

Durch Störungen von Seiten der Planeten ändern sich die Kometen ununterbrochen und trennen sich auch (so die großen Kometen 1843 I, 1881 I, 1882 II, die früher einen bildeten und von denen der letztgenannte sogar am Tag sichtbar war. Daher gibt es auch Nebenkometen (z. B. Brooks 1889 V). Aus der Störung des Encke'schen Kometen durch Merkur hat man die Masse dieses Planeten berechnen können. Auf 45 kurzperiodische (3—150 Jahre Umlaufszeit) kommen 68 langperiodische (bis

150 000 Jahre — 162 parabolische und 25 hyperbolische — es sind also 70% aller Kometen in parabolische Bahnen gezwungen. Vgl. *St. v. Oppolzer*, Bahnbestimmung der Kometen. Leipzig. 1882.

70 (Zu S. 259). Schon diese von der Astronomie allgemein erkannte Tatsache macht eine *Astrologie* in dem historischen heutigen Sinn unmöglich, da sich eine solche nur auf stabile Verhältnisse bezw. die absolute Erkennbarkeit der wirklichen Himmelsmechanik, mit Wiederkehr der gleichen Situationen, stützen muß. Beides ist aber nicht vorhanden. Und so muß denn eine Astrologie, die auf dem an sich richtigen Gedanken der Unveränderlichkeit und Gemeingültigkeit aller Relationen zwischen den Elementen eines komplexen Systems beruht, an ihrer praktischen Unausführbarkeit scheitern.

DRUCKFEHLER-VERZEICHNIS

Abb. 40	statt	$2\mu\mu - 150\mu\mu$	richtig	$2\mu - 150\mu\mu$
Abb. 72	„	France	„	Francé
Abb. 80	„	Saccharomycos	„	Saccharomyces

Register zum ersten Band

(Bearbeitet von Frau Dr. A. Friedrich - München.)

15*







